

جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية: الكرك، ابن حماد، الجرة، الشقيق، الموجب

إعداد الطالب
عواد عايد النواصرة

إشراف
الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود

رسالة مقدمة إلى عمادة الدراسات العليـــا
استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة
الماجستير في الجغرافيا قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2006

بسم الله الرحمن الرحيم



MUTAH UNIVERSITY
Deanship of Graduate Studies

جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

نموذج رقم (14)

إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب عواد عايد النواصرة الموسومة بـــ:

أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية: الكرك، وابن حماد، والشقيق، والموجب

استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في **الجغرافيا.**

القسم: الجغرافيا.

	التوقيع	التاريخ	
أ.د. إبراهيم مطيع العرود		2006/11/5	مشرفاً ورئيسا
أ.د. سميح أحمد عوده		2006/11/5	عضواً
د. نايف محمد الروسان		2006/11/5	عضواً
د. محمد جميل القرالة		2006/11/5	عضواً

عميد الدراسات العليا

أ.د. حسام الدين المبيضين

MUTAH-KARAK-JORDAN
Postal Code: 61710
TEL :03/2372380-99
Ext. 5328-5330
FAX:03/ 2375694
e-mail: dgs@mutah.edu.jo sedgs@mutah.edu.jo
http://www.mutah.edu.jo/gradest/derasat.htm

مؤته – الكرك – الاردن
الرمز البريدي :61710
تلفون :03/2372380-99
فرعي 5328-5330
فاكس 03/2 375694
البريد الالكتروني
الصفحة الالكترونية

الفصل الأول

خلفية الدراسة ومشكلتها

1.1.المقدمة

تعد دراسة الأحواض الدنيا للأودية سواء أكانت مياهها دائمة أو موسمية الجريان ذات أهمية كبيرة ، خاصةإذا اجتمع النظام الفيضي للأودية مع بيئة بحرية تتعرض إلى هبوط مستمر في مستوى الأساس ، وخير مثال على الهبوط السريع في مستوى الأساس، ما حدث ويحدث في مستوى البحر الميت، الذي أثر على بيئة الأودية ومصباتها، مما أدى إلىتطور مستمر في العمليات الجيومورفولوجية المتكونة في تلك البيئات ،وتأثرها بعوامل متعددة: كالمناخ، والهيدرولوجيا والجيولوجيا، إضافة إلى العوامل البشرية.

ويشير السجل الجيولوجي لمنطقة البحر الميت أنها تعرضت لمراحل متعددة من البناء الجيولوجي، والتكوين الرسوبي، ابتداءً بمرحلة تشكل الأغوار وانتهاء بالبحيرات التي سادت المنطقة لفتراتسابقة، والتي انتهت بتشكل البحر الميت الحالي. و هنالك نظريتان لتشكل الأغوار، نظرية الحركة العمودية Vertical Tectonics ، ونظرية الحركة الأفقية ،Horizontal Tectonics. إذتقوم فكرة نظرية الحركة العمودية على أساس أن هنالك صدوع متوازية في اتجاه شمال جنوب من غور الأردن، تؤدي هذه الصدوع إلى حدوث عملية هبوط صغيرة عندما تتحرك الصخور إلىالأعلى أو إلى الأسفل باتجاه الصدع (عموديا) مما يشكل في النهاية منطقة منخفضة تمتد على شكل انهدام الأغوار(عابد،1985)،أما نظرية الحركة الأفقية تبين فطبيعة الحركة على طول الصدع إلى الأمام أو إلى الخلف ، ويتحرك جز ءٌ من الأرض أفقيا بالنسبة لجزءٍ آخر لا يتحرك، فتحدث بذلك إزاحة جانبية بين نقطتين كانتا في الأصل نقطة واحدة فأصبحتا نقطتين تفصل بينهما مسافة أفقية تعتمد على مقدار الحركة، وتتم هذه الحركة في منطقة الأغوار على طول صدع يمتد على الجانب الشرقي للبحر الميت ووادي عربة، والأغوار بشكل عام. وتمتد هذه الحركة

نحو الشمال والشمال الشرقي بالنسبة لسيناء ، وفلسطين، ولبنان،وغـــرب ســـوريا بحوالي 107 كم منها 62 كم حدثت في بدايات الميوسين و45 كم حدثت منذ أواسط البلايستوسين وما زالت مستمرة حتى الآن (Burdon،1959، Quennell1959).

وتبعا لنظريات تشكل الأغوار سابقة الذكر، فقد تم تفسير نشأة البحر الميت كما يلـــي يرى أصحاب نظرية الحركة الأفقية أن طبيعة تلك الحركة بالاتجاه الأفقـــي يرافقهـــا حركات شد، مما يؤدي إلى تكون صدوع بشكل عرضي تتم الإزاحة عليها مما يؤدي إلى تكون أحواض وقيعان منخفضة(Quennell،1959). أما أصحاب نظرية الحركة العمودية فيفسرون نشأة البحر الميت إلى وجود العديد من الصدوع على جانبي منطقة الأغوار أدت إلى إيجاد منطقة عميقة محصور بين جبال عالية من الجانبين الشرقي والغربي، ولابد من وجود مناطق مرتفعة تعترض المناطق العميقـــة حتـــى تتـــشكل الأحواض المائية(عابد،1982).

وقد شهدت منطقة البحر الميت شماله وجنوبه تكون عدد من البحيرات قبل أن يتخذ البحر الميت شكله الحالي، أولى البحيرات المتكونة في تلك المنطقـــة ؛ بحيـــرة سدوم في مرحلة البلا يوسين أي قبل حوالي 3 إلى 7 مليون سنة، وهي منخفض لـــم يهبط كثيرا عن مستوى البحر المتوسط الذي زودها بالمياه عن طريق اتصاله بهـــا بعدد من الجروف وقد كانت المياه تتبخر مخلفةً أملاحاً وصل سمكها إلـــى حـــوالي 400م يعتقد أنها السبب الرئيس في ملوحة البحر الميت (عابد،1982). أما بحيرة السمرة فقد امتدت بطول 190كم، ابتداء من بيسان شمالا وحتى عين الحصب جنوب البحر الميت ويقدر عمرها بأكثر من 70 ألف سنة . وكانت تـــنخفض 250م تحـــت مستوى سطح البحر المتوسط وسميت بهذا الاسم لان رسوبياتها تنتشر فـــي منطقـــة خربة السمرة شمال شرق منطقة أريحا . وأخر البحيرات التي سبقت تـــشكل البحـــر الميت الحالي، بحيرة اللسان ، والتي امتدت من أطراف بحيرة طبرية فـــي الـــشمال وحتى 38 كم جنوبي البحر الميت الحالي(عابد،1985). وقد تكونت هذه البحيرة، قبل حوالي 50 ألف سنة، أي أن حوالي 38 ألف سنة تفصل بداية بحيرة اللـــسان عـــن

تشكل البحر الميت الحالي،(Y، Bartov، et al،2000). وقد وصل أعلى مستوى لبحيرة اللسان بحدود 180م تحت مس توى سطح البحر اعتمادا على انتشار تكوينات مارل اللسان (Neev and Emery. 1967).

وقد تأثرت منطقة الدراسة كغيرها من مناطق البحر الميت بهذا السجل الجيولوجي الطويل، الذي أثر في البناء الجيولوجي، والتكوين الرسوبي في المنطقة بشكل عام وأحواض الأودية قيد الدراسة بشكل خاص. وتشير السجلات الجيولوجية أن مستوى البحر الميت تراوح بين335م إلى حوالي395م تحت مستوى سطح البحر خلال الألفي سنة الماضية(Klein،1982). وأن أكبر تغيير في منسوب مياه البحر الميت حدث بين 100 قبل الميلاد و 40 بعد الميلاد حيث ارتفع منسوب مياه البحر الميت حوالي 70 م، من حوالي 400 م إلى حوالي 330 م تحت مستوى سطح البحر(Klein،1986). أما في الفترة من عام 1810 إلى2006 فقد تعرض مستوى سطح البحر الميت لتذبذب بلغ 30م، حيث بلغ عام 1810 بحدود 399م تحت مستوى سطح البحر وصل إلى أقصى ارتفاع له عام 1897 عندما بلغ 389م تحت مستوى سطح البحر.أما حاليا فيبلغ منسوب البحر الميت 419م تحت مستوى سطح البحر (شركة البوتاس العربية،2006). ويعود السبب في تذبذب منسوب مياه البحر الميت لغاية نهاية الخمسينيات من القرن الماضي إلى العوامل المناخية والمتمثلة باختلاف كمية الأمطار من عام لأخر، وارتفاع معدل التبخر. وقد أثرت عملية التذبذب في منسوب مياه البحر الميت على مساحته والتي تقلصت من 1000كم2 في بداية الخمسينيات إلى حوالي 640 كم2 في الوقت الراهن (خرفان،2004).

2.1. أهمية الدراسة

تأتى أهمية الدراسة من خلال ما ستكشف عنة من تأثيرات انخفاض منسوب سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية الدراسة، خصوصا و أن منطقة الدراسة تعاني من هبوط واضح في مستوى سطح البحر الميت، وانكشاف

مساحات من الأراضي على حساب البحر. كما أنها ستكشف عن الخصائص الطبيعية لدلتاوات الأودية، وتأثير تراجع مستوى البحر على مساحة الدلتاوات وديناميكية الترسيب.

كما ستقدم الدراسة معلومات ميدانية عن الأشكال الجيومورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة والخصائص الجيومورفولوجية للمجاري النشطة.

3.1 أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى ما يلي :

1 . دراسة أثر تذبذب مستوى البحر الميت على جيومورفولوجية دلتاوات أودية الدراسة.

2 . أثر اختلاف التصريف المائي للأحواض المائية على ديناميكية النحت والارساب في الأحواض الدنيا لاودية الدراسة.

3. آلية تطور المصاطب النهرية ومساحات دلتاوات الأودية نتيجة هذا الانخفاض.

4. دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لأسطح دلتاوات الأودية ، والمجاري المائية النشطة للتعرف على العلاقة بينها وبين انخفاض منسوب سطح البحر الميت.

5. اثر الأحداث الكارثية Catastrophic events على ديناميكية تطور الأودية.

4.1. مشكلة الدراسة

تعرض مستوى سطح البحر الميت إلى تذبذب واضح خلال عدة آلاف من السنين الماضية، نتيجة عوامل طبيعية بحتة ناتجة عن تغيرات مناخية متعاقبة. ويعد البحر الميت مؤشرا ممتازا للتغيرات المناخية الحديثة التي طرأت على منطقة بلاد الشام. فقد ارتفع مستوى سطحه خلال الفترة 1700 - 1900 نتيجة ازدياد التساقط المطري في الجزء الشرقي لحوض البحر المتوسط ليصل مستوى سطح البحر نهاية القرن التاسع عشر بحدود 390 متر تحت مستوى سطح البحر(Klein،1982). وظل هذا الوضع قائما حتى بدا ينخفض تدريجيا في الثلاثينيات نتيجة عوامل طبيعية، ثم

اصبح الانخفاض سريعا في نهاية الخمسينيات نتيجة تحويل روافد نهر الأردن لري صحراء النقب من قبل إسرائيل إضافة إلى النشاط الصناعي المتمثل في استغلال أملاح البحر الميت في الجانبين الأردني، والإسرائيلي، الذي أسهم في التسريع في انخفاض مستوى سطح البحر الميت. فقد كانت كمية المياه الواصلة للبحر الميت قبل عام 1956 ما بين 1500 إلى 1600 مليون متر مكعب سنويا، انخفضت هذه الكمية بعد تحويل روافد نهر الأردن لإقامة السدود المائية عليها حوالي 250 إلى 350 مليون متر مكعب سنويا(سلطة وادي الأردن،2006).

ونتيجة الانخفاض المفاجئ في كمية المياه الواردة، حدث اختلال هائل في الموازنة المائية للبحر الميت، مما أدى إلى انخفاض مستوى سطحه بسرعة خلال الخمسين سنة الماضية. فقد كان مستوى سطح البحر الميت عام1955بحدود392م تحت مستوى سطح البحر وصل في منتصف عام 2006، 419م تحت مستوى سطح البحر (شركة البوتاس العربية،2006). وأدى انخفاض مستوى سطح البحر الميت إلى تراجع سريع في مساحته، والتي كانت بحدود 980 كم2 عام 1955، لتصبح عام 2006 بحدود 618كم2.

ونتيجة هذه الوضعية تعرضت دلتاوات أودية الدراسة إلى تراجع مستمر في قاعدة الأساس ونتج عن ذلك، تغير واضح في جيومورفولوجية المصاب النهرية من حيث النحت والارساب. وسيتم في هذه الدراسة تقييم الوضع الجيومورفولوجي لخمسة دلتاوات نهرية هي: وادي الكرك، وادي ابن حماد، وادي الجرة، وادي الشقيق، و وادي الموجب. وقد تم اختيار هذه الأودية للفرق الكبير في كل من مساحة الأحواض و معدل التصريف النهري بينها والذي يتراوح ما بين 85 مليون م3 سنوياً كما هو الحال لوادي الموجب،وأقل من مليون متر مكعب لوادي الجرة.

الفصل الثاني
الإطار النظري والدراسات السابقة

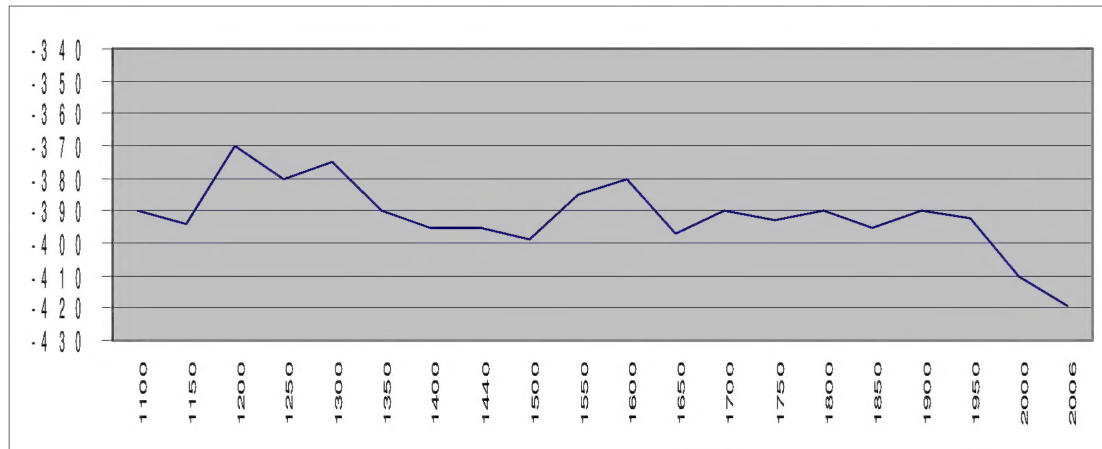
2.1.الإطار النظري

2. 1.1 .التغير في مستوى البحر الميت

يشير السجل الجيولوجي طويل الأمد لمستوى سطح البحر الميت أن مستوى سطح البحر القديم قد مر في عدة مراحل. ففي الفترة الزمنية التي امتدت من 8300 ق. م لغاية 6000 ق.م وصل فيها معدل مستوى سطح البحر الميت بحدود 340م تحت مستوى سطح البحر. ومن 4000 ق.م إلى 2900 ق.م تراوح معدل مستوى سطح البحر الميت حول 370م تحت مستوى سطح البحر. وطوال الفترة التاريخية الممتدة من 1400 ق.م إلى 800 ق.م وصل فيها مستوى سطح البحر بحدود 385م تحت مستوى سطح البحر. ومن 300 ق.م إلى 100 ق.م ارتفع مستوى سطح البحر الميت إلى 392م تحت مستوى سطح البحر. ومن القرن الأول للميلاد إلى عام1950 تراوح معدل مستوى سطح البحر الميت حول 392م تحت مستوى سطح البحر، وتعد العوامل المناخية والمتمثلة في تقلبات الأمطار، وارتفاع معدل التبخر هي المسؤولة عن هذا الانخفاض في مستوى سطح البحر الميت،(Frumkin،A.et al.2001). وقد حدث اكثر ارتفاع في مستوى سطح البحر الميت في الفترة ما بين 100 قبل الميلاد و 40 بعد الميلاد، وكان بحدود 70 متر (Klein، 1985)، شكل(1).

وقد استمر مستوى سطح البحر الميت يتذبذب ارتفاعا وانخفاضا حتى أواخر الخمسينيات من القرن الماضي نتيجة عوامل مناخية والمتمثلة في تذبذب كميات الأمطار السنوية، ودليل ذلك أن الهبوط في منسوب مياه البحر الميت خلال أعوام 1934و1954، تطابق مع فترة هبوط معدل الأمطار الهاطلة على الحوض المغذي للبحر الميت.علما بان مستوى البحر الميت طوال تلك الفترة قد تأرجح حول 395م تحت مستوى سطح البحر، وذلك لان معدل التبخر من سطحه مساويا لكمية المياه

الواصلة إليه أي أن سطح البحر الميت كان ينخفض بمقدار 160سم تعوضه كميات الأمطار الهاطلة سنويا،(Oroud،2001)



شكل رقم (1)

منسوب المياه التاريخي للبحر الميت منذ القرن الأول للميلاد وحتى عام 2006 .

المصدر : معدل عن (Klein ،1985)

ومنذ عام 1964 اضطربت العلاقة التاريخية بين المطر ومنسوب البحر الميت بعد قيام إسرائيل بتحويل ما بين 600 إلى 700 مليون م3 من مياه نهر الأردن لغايات الزراعة، والشرب في الأراضي التابعة لإسرائيل في وادي عربة(Abed،1990). كما عملت الأردن على إقامة السدود المائية على نهر اليرموك والأودية الشرقية في الأردن بسعة تخزينية متوقع أن تصل بعد الانتهاء من إقامة سد الوحدة قبل نهاية عام 2006 حوالي 325.700 مليون م3. كما عملت سوريا أيضا عدة مشاريع زراعية تخزينية للمياه على نهر الأردن، مما أدى إلى خفض كمية المياه الواصلة للبحر الميت من 1600 مليون م3 إلى حوالي 300 مليون م3 في الوقت الراهن (سلطة وادي الأردن، 2006). وجدول(1) يوضح كمية المياه التي كانت تصل إلى البحر الميت قبل عام 1960 .وهنالك عامل آخر أدى إلى المزيد من الانخفاض في مستوى البحر الميت والمتمثل في قيام الصناعات المعتمدة على أملاح البحر الميت على الجانب الأردني والإسرائيلي. فقد تراوحت كميات المياه المستهلكة من قبل

شركة البوتاس العربية على الجانب الأردني ما بين 180 إلى 200 مليون م3 سنويا(شركة البوتاس العربية،2006). وقد أدت العوامل السابقة مجتمعة إلى أن يصل مستوى سطح البحر الميت حاليا 419م تحت مستوى سطح البحر.وجدول(2) يوضح مستوى سطح البحر الميت منذ عام 1977 إلى عام 2006.

جدول رقم(1)

المصادر المائية للبحر الميت قبل عام 1960

المصدر	الكمية م م 3
بحيرة طبريا	542
منطقة رافد البحر الميت الشرقية	826
منطقة رافد البحر الميت الغربية	212
وادي عربة	81
المجموع	1661

المصدر: سلطة وادي الأردن،2006

جدول رقم (2)

مستوى سطح البحر الميت منذ عام 1977 لغاية عام 2006

السنوات	مستوى البحر م	الانخفاض م	السنوات	مستوى البحر م	الانخفاض م
1977	-399.75	-0.647	1992	-407.3	-1.19
1978	-400.35	-0.555	1994	-408.46	-0.7
1979	-400.575	-0.252	1995	-409.3	-0.84
1980	-400.254	-0.303	1996	-410.1	-0.8
1981	-400.584	-0.33	1997	-410.85	-0.75
1982	-401.304	-0.72	1998	-411.91	-1.06
1983	-401.966	-0.662	1999	-412.98	-1.07
1984	-402.983	-1.017	2000	-414.180	-1.2
1985	-403.667	-0.684	2001	-415.24	-1.06
1986	-403.453	-0.214	2002	-416.31	-1.07
1987	-405.19	-1.737	2003	-416.89	-0.58
1988	-405.683	-0.493	2004	-417.545	-0.655
1989	-406.683	-1.003	2005	-418.02	-0.475
1990	-407.679	-0.993	2006	-419.03	-0.46
1990	-407.679	-0.993		المجموع	-23.161

المصدر: بيانات شركة البوتاس العربية 2006

2.2.الدراسات السابقة

نظراً لخصائصه الجيولوجية الفريدة وأهميته الاقتصادية، فقد حظي البحر الميت بعدد كبير من الدراسات الطبيعية والبشرية على حد سواء، كما أن هنالك عدد لا باس به من الدراسات الجيومورفولوجية التي تناولت موضوع الأحواض الدنيا للأودية التي تصب في البحر الميت، ومن هذه الدراسات: دراسة سلامة،(1985) بعنوان: جيومورفولوجية الحافة الصدعية الشرقية لغور وادي الأردن. حيث تم تحديد ارتباط الحركات الصدعية التي شهدتها المنطقة قديما، بالحافة الصدعية الشرقية لغور وادي الأردن، إضافة إلى تعرض المنطقة لحت مائي بفعل الأودية أسهم في إيجاد حافة صدعيه من النوع الهدمي.ودرست الهلسة (1986) حوض وادي الكرك: دراسة جيومورفولوجية، وقد ركزت الدراسة على التطور الجيومورفولوجي والجيولوجي الأشكال سطح الأرض، والإشارة إلى أماكن التعرية وانجراف التربة و أكدت الدراسة على أن حوض وادي الكرك بشكله وامتداده الحالي نتج عن حركات تكتونية، وتغيرات مناخية عبر العصور الجيولوجية المختلفة. كما قام عوده،(1987) بدراسة عنوانها: خرائط دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت وخصائصها من منظور جيومورفولوجيي. وقد تناولت الدراسة مجموعة العوامل التي ساهمت في التغير المساحي للدلتاوات على الساحل الشرقي للبحر الميت، خلال الفترة الزمنية الممتدة بين عامي1951—1981، وقد درس الباحث هذه الظاهرة من خلال مقارنة صور جوية مختلفة للمنطقة من حيث تاريخ التقاطها، وقد تم إعداد خرائط لتسع عشر دلتا، و توصلت الدراسة إلى أن الاختلاف في مستوى سطح البحر الميت من أهم العوامل المؤثرة في تغير مساحات الدلتا لعدد من المجاري المائية في منطقة الدراسة وبينت الدراسة عدم وجود تناسق ما بين مساحة حوض التصريف، ومساحة الدلتا

لوادي الموجب. أما عن أودية الدراسة، فقد تم دراسة أودية الموجب والشقيق ولم يتم التطرق لأودية الكرك، والجرة، وابن حماد. كما درس غنيم، عثمان،(1987) جيومورفولوجية دلتا وادي زرقاء ماعين من اجل تقييم العوامل والعمليات التي أسهمت في تشكل وتطور الدلتا من حيث عمليات الهدم والبناء، والتطور المساحي وربطها مع منسوب البحر الميت لفترات سابقة. وفي دراسة عودة،سميح، وسلامة حسن (1988) بعنوان : التغيرات الجيومورفولوجية والإرسالية لوادي المخيرص على الساحل الشرقي للبحر الميت، حيث بينت الدراسة أهم الآثار التي ترتبت على التغيرات في منسوب البحر الميت وتحديد خصائص الأشكال الأرضية ونوعية الرواسب وأهمية تلك التغيرات فيما يتعلق باستغلال موارد البحر الميت و إقامة المشاريع الاستثمارية. كما درس عوده،(1994)، دلتا الموجب وأفادت الدراسة أن دلتا الموجب قد تأثرت بالظروف الطبيعية مثل خشونة الحمولة النهرية، وزيادة حدة العمليات النهرية على البحرية، إضافة إلى تذبذب مستوى البحر الميت، وهبوط مستواه، وكيف أثرت تلك العوامل مجتمعة على مساحة دلتا وادي الموجب.وقام كل من عودة وسلامة،(1996) بدراسة عنوانها:

Geomorphologic Effects Of Lowering Dead Sea Levels Upon Mujib Delta during,1953-1993. وقد أوضحت الدراسة أن الخصائص الرسوبية لدلتا وادي الموجب قد تأثرت بظروف المناخ القديم ، وان محتواها من المواد الرسوبية يختلف من مقطع إلى أخرى وان بيئة الترسيب مائية، وقد تم ذلك عن طريق تحليل القطاعات ارسابية لمكونات الدلتا .وقام سلامة(1997) بدراسة تحت عنوان Geomorphology of the eastern cost of the dead Sea Jordan. وتم في هذه الدراسة التعرف على الخصائص والتغيرات الجيوموفولوجية للساحل الشرقي للبحر الميت من خلال الصور الجوية والدراسات الحقلية . وقد تم الربط ما بين التغيرات المناخية والعوامل البنائية في التأثير على جيومورفولوجية منطقة الدراسة من خلال النظام الفيضي للأودية، و خلصت الدراسة إلى أن التغيرات

الجيوموفولوجية للساحل الشرقي للبحر الميت ناتجة عن المناخ الـسائد، والعوامـل التكتونية، وهبوط مستوى الأساس في منطقة الدراسة.

وفي دراسة أبو غزالة،(2000)، بعنوان: تغير خط الساحل الشرقي للبحر الميت قي الفترة ما بين 1950 - 1998. تناولت فيها التغيرات في خط الساحل الشرقي للبحر الميت والهبوط السريع لمستوى البحر الميت الناجم عن عوامل بشرية ومجموعة من العوامل المناخية، والهيدرولوجية، والجيولوجية. كما أشارت الباحثة إلى الآثار المترتبة على التغيرات المورفولوجية في منطقة الدراسة فيما يختص بأخطار البيئة واستثمار الموارد. وقد خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج من أبرزها؛ أن الظروف الجوية التي سادت في فترات مختلفة، والحركات التكتونية الحديثة، والنشاطات البشرية، العوامل المسؤولة بالدرجة الأولى عن تنبذب مستويات البحر الميت. وأن أعلى معدل للهبوط السنوي للبحر الميت في القرن العشرين قد بلغ 0.95م و 0.92 م سنويا. مما أدى إلى زيادة مساحة الدلتاوات في فترة الثمانينات بنسبة 24.8% والتسعينات 44.2%. كما درست خرفان،(2004)، انحسار البحر الميت وتأثيره على المنطقة المحيطة. وقد ألقت الدراسة الضوء على أهم التغيرات التي طرأت على البحر الميت والمنطقة المحيطة به منذ عام 1962 إلى عام2001 وقد أوضحت الدراسة أن مساحة البحر الميت قد تناقصت من 983 كم2 عام 1964 إلى 648 كم2 عام 2001، وذلك بسبب النشاطات البشرية. وقد تم الاعتماد على الصور الفضائية من القمر الصناعي لاندسات خلال عدة سنوات متعاقبة باعتبارها مصدر معلومات يمكن الاعتماد علية في مثل هذا النوع من الدراسات. وفي دراسة Bartov.et al ،Y (2005) بعنوان: Morphological controls on Lake Lisan levels. تبين أن مستوى بحيرة اللسان كان يتذبذب ارتفاعا وانخفاضا، في فترة عمر البحيرة والتي سبقت مرحلة البحر الميت الحالي،من خلال تتبع مصاطب البحيرة. وقد تراوح مستوى بحيرة اللسان من 330 و 180 م تحت مستوى سطح البحر، خلال 55 ألف سنة مضت ، حيث تراوح مستوى البحيرة بحدود330 تحت

مستوى سطح البحر في الفترة من 30 إلى40 ألف سنة و 280 م تحت مستوى سطح البحر في أخر فترات بحيرة اللسان، وبينت الدراسة أن تذبذب بحيرة اللسان ناتج عن التقلبات المناخية في تلك الفترة .وفي دراسة العواودة (2005) بعنوان: الآثار الجيومورفولوجية لعدم الاستقرار على بعض أودية البحر الميت. بينت الدراسة أن انخفاض مستوى سطح البحر الميت قد أدي إلى تكون مصاطب على جوانب الأودية بفعل استمرار عمليات التعميق الرأسي، وقد بينت الدراسة أيضا أن أسباب عدم الاستقرار في منطقة الساحل الشرقي للبحر الميت مردها إلى الحركات البنائية والعوامل البشرية.

ومن الدراسات التي تناولت تبخر الماء من البحر الميت، ودور هذا العامل على التوازن المائي في البحر الميت، دراسة Oroud، (1999) بعنوان Temperature and evaporation dynamics of saline solutions.. حيث بينت الدراسة من خلال تحليل نظري، أن هناك علاقة وثيقة بين كمية التبخر من المحاليل المالحة كما هو الحال بالنسبة للبحر الميت، ومستوى ملوحة هذه المحاليل. وأشارت الدراسة إلى أن التبخر سينخفض بصورة ملموسة عند ازدياد ملوحة هذه المياه وفي دراسة لنفس الباحث Oroud ، (2001) بعنوان: Evaporation From .the Dead Sea :past ,Present and Future Trends. أشار إلى أن ازدياد ملوحة البحر الميت ستخفض بشكل كبير من كمية التبخر من هذا المسطح المائي وقد أشار في بعض جوانب بحثه إلى أن التبخر من البحر الميت قد انخفض من 1600 - -1500 ملم/السنة قبل تحويل روافد نهر الأردن، عندما كانت كثافة البحر بحدود 1.17 غم/سم3 إلى اقل من 1200 ملم/سنة في الوقت الراهن . وتنبأ النموذج الذي طوره إلى أن كمية التبخر السنوية من البحر الميت ستستمر بالانخفاض في المستقبل. وقد بينت دراسة، Lenskin .N ، et al (2005) بعنوان: Water, Salt, and energy balances of the Dead Sea. ، بالاعتماد على المعلومات المناخية والهيدرولوجية عن البحر الميت للسنوات من 1996 إلى 2001،

أن معدل التبخر في البحر الميت قد بلغ ما بين 1100 إلـــى 1200/ ملــم/ الــسنة، ومعدل المياه الواردة للبحر يتراوح ما بين 265 إلى 325 م م3/السنة.

وعلى الرغم مـــن تعـــدد الدراســـا ت التـــي تناولـــت بعـــض الخـــصائص الجيوموفولوجية للأودية الشرقية للبحر الميت، عقب الانحسار الكبير لمستوى سطح البحر الميت، فقد جاءت هذه الدراسة لتضيف جزءاً مكملاً لتلك الدراسات . علما أن لهذه الدراسةأهمية نظرية وتطبيقية في آن واحد .فمن الناحية النظرية فانهـا تلقـــي الضوء على استجابة الأودية للانخفاض الكبير في البيئة الارسابية وديناميكيـــة هـــذه الاستجابة وأثر التصريف النهري على ديناميكية النحت والنقل والارساب . أما مـــن الناحية التطبيقية فان الدراسة توضح كيفية استجابة الأشكال الأرضية مـــن تعميـــق، وارساب، واعادة تشكيل ضمن مصبات الأودية المختلفة وما يترك ذلك من اثر على الأراضي الزراعية المجاورة، والمنشات المقامة على الأودية (الجسور والعبارات) قيد الدراسة.

الفصل الثالث

المنهجية والتصميم

1.3. منهجية الدراسة

لتحقيق أهدف الدراسة تم إتباع المنهج التاريخي للتعرف على فترات تراجع منسوب البحر الميت، إضافة إلى المنهج التحليلي والمنهج الوصفي، لتحليل بيانات الدراسة المختلفة والتي تم الحصول عليها من عدة مصادر أهمها، القياسات الميدانية والمصادر المكتبية والمتمثلة بمعرفة ما توصل إليه الباحثون في الدراسات السابقة المشابهة من حيث المنهج أو من حيث الموضوع . وقد تم دراسة المنطقة وفق الخطوات آلاتية:

أولا .توفير الخرائط والصور الجوية الآتية :

1. الخرائط الطبوغرافية لوحات، الكرك، الربة، عمان، بواقع ثلاث لوحات لكل منطقة بالمقاييس الآتية 1: 50000 لعام 1962، 1:100000عام 1993 1: 50000 لعام 1997.وتم استخدام الخرائط الطبوغرافية في تحديد المواقع، و حساب المساحات والمسافات اللازمة لغايات الدراسة
2. الخريطة الجيولوجية، لوحة الكرك1: 250000 عام1992. وتم الاستفادة منها في التعرف على أنواع تراكيب التكوينات الصخرية.
3. الصور الجوية والفضائية. تم استخدام عدة أغطية من الصور الجوية لمنطقة الساحل الشرقي للبحر الميت ولسنوات متعددة بمقياس: 1: 25000 غير ملونة عام 1953. 1:10000 غير ملونة عام1977. 1: 25000 غير ملونة عام 1984. والصور الملونة1: 25000 عام 2000. و تم استخدام عدد من المرئيات الفضائية من مصادر متعددة أهمها المركز الجغرافي الملكي الأردني، والإنترنت من موقع Googol earth.com. وتم الاستفادة من الصور الجوية في تحليل الأشكال الأرضية باستخدام جهاز الستيريوسكوب وتوقيع الأشكال الأرضية على خريطة الأساس التي تم إعدادها للمنطقة، إضافة إلى

الاستفادة منها توجيه العمل الميداني، و في استخراج مساحات دلتاوات أودية الدراسة، و أطوال المجاري المائية النشطة، إضافة إلى إعداد خرائط جيولوجية، و طبوغرافية، و جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة. وقد تم استخدام نظام التصنيف Itc (نظام المسح الهولندي) لغايات تحديد الرموز على الخريطة الجيومورفولوجية.

ثانيا. العمل الميداني. تضمن العمل الميداني عدة مراحل:

1. دراسة أشكال الدلتاوات وامتدادها وطبيعة توزيع الرواسب على أسطحها وأنواع الشبكات المائية، و مناطق التعميق الرأسي على أسطح المراوح الفيضية إضافة إلى خطوط السواحل البحرية القديمة والحديثة، وعمل أشكال تقريبية لها.وتم مقارنة تلك النتائج بنتائج تحليل الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية. وتم الاستفادة من ذلك في توقيع تلك المعلومات على خرائط الأساس التي تم إعدادها لمنطقة الدراسة
2. دراسة أنواع الرواسب على طول قطاعات رأسية مختارة في عدة مناطق من أودية الدراسة، وذلك لعمل قطاعات عمودية للبيئات الارسابية، للتعرف على الظروف التي تمت فيهاعملية الإرساب، ونوعية الرواسب، وتأثير تراجع مستوى البحر الميت على تلك الرواسب.
3. التعرف على الأشكال الجيومورفولوجية وتصنيفها إلى أنواعها الرئيسة وتحديد مواقعها على الخارطة الجيومورفولوجية
4. وللتعرف على طبيعة ديناميكية الترسيب، فقد قام الباحث بقياس أحجام الرواسب داخل المجاري النشطة للأودية، باستخدام المسطرة، وشريط القياس، وذلك بقياس الطول والعرض، والارتفاع، لكل عينة من الرواسب، والهدف من ذلك عمل قاعدة بيانات للرواسب الموجودة حاليا في الأودية، وقد بلغ مجموع أطوال المجاري المقاسة 8250 م، بمسافة تمتد من مخارج الأودية إلى المصب في البحر الميت بواقع 40 عينة قي كل نقطة قياس مساحتها 4 م2 وقد

بلغ مجموع العينات 2120 عينة من الرواسب. وتم إيجاد المتوسط الحسابي لأنصاف أقطار الرواسب إضافة إلى حجم الرواسب في كل مسافة مقاسة، والتي تعتمد على التغير في شكل البيئة الارسابية.

5. كاميرا رقمية للتصوير من اجل التقاط بعض الصور الفوتوغرافية اللازمة لغايات الدراسة.

وقد تم في العمل الميداني استخدام الأدوات الآتية :

1. جهاز Global Positioning System من نوع Garmin أمريكي الصنع ودقة قياس الجهاز ±4م. وقد استخدم الجهاز لتوقيع الارتفاعات المختلفة لمناسيب الأودية في قطاعات تراوح طولها من 3 كم كما في وادي الكرك، إلى عدة مئات من الأمتار كما هو الحال لوادي الموجب .
2. شريط القياس، شاخص مدرج،مسطرة مدرجة، من اجل قياس مناسيب ارتفاع التعميق الرأسي في أودية الدراسة، وأحجام الرواسب.
4. بوصلة لتحديد الاتجاهات .

ثالثا. تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS برنامج Arcview لإعداد خرائط الدراسة وذلك وفق الخطوات آلاتية:

1. عمل مسح ضوئي للخرائط الطبوغرافية والجيولوجية التي تم استخدامها.
2. عمل تصحيح هندسي للحصول على إحداثيات حقيقية للخرائط
3. استخدام نظام التربيع الأردني (JTM) Jordan Transverse Mercatorلتوقيع إحداثيات الخرائط.
4. عمل ترقيم للمعالم الأرضية في منطقة الدراسة

إخراج الخرائط بشكلها النهائي.

الفصل الرابع

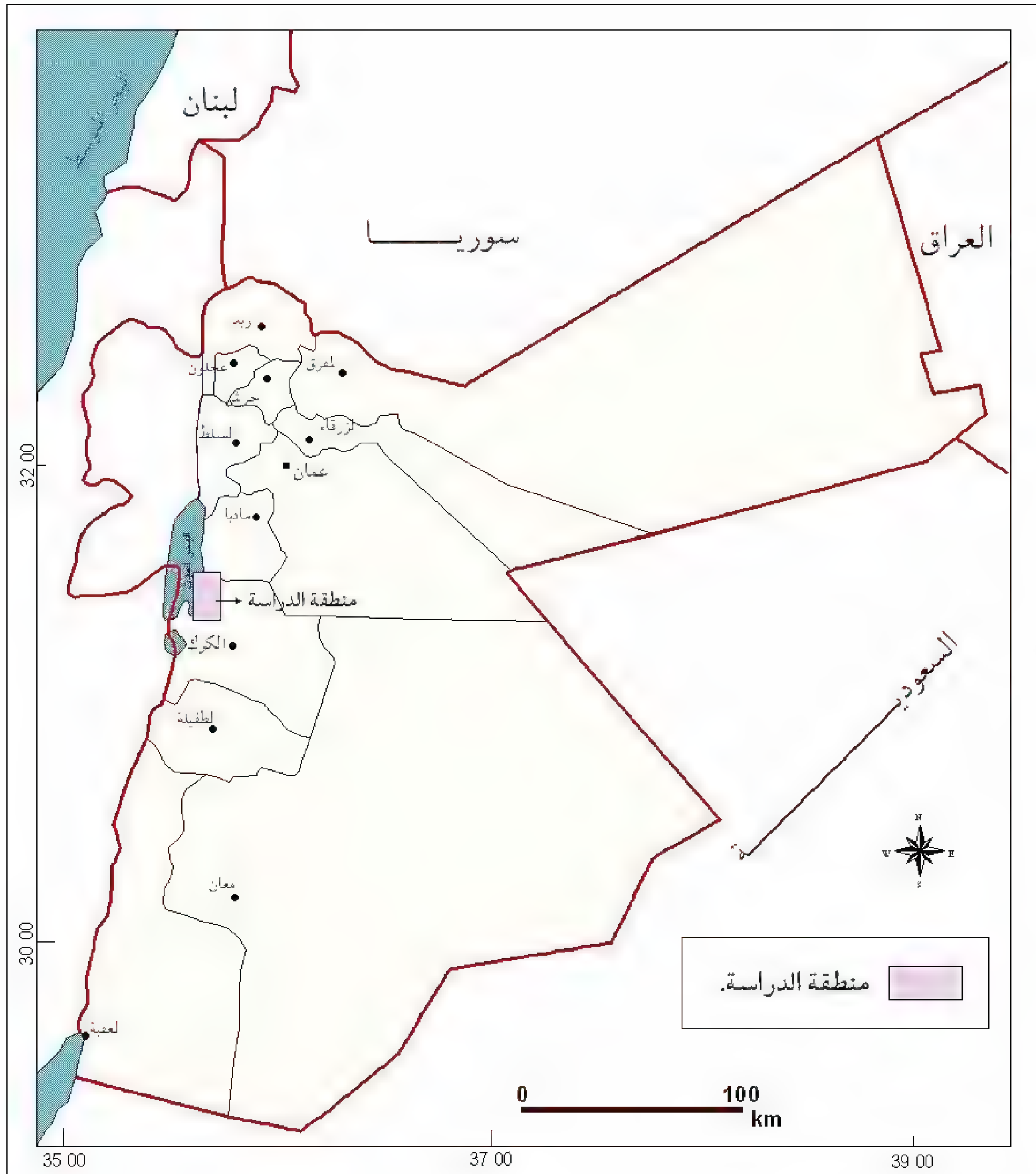
عرض النتائج

1.4. الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

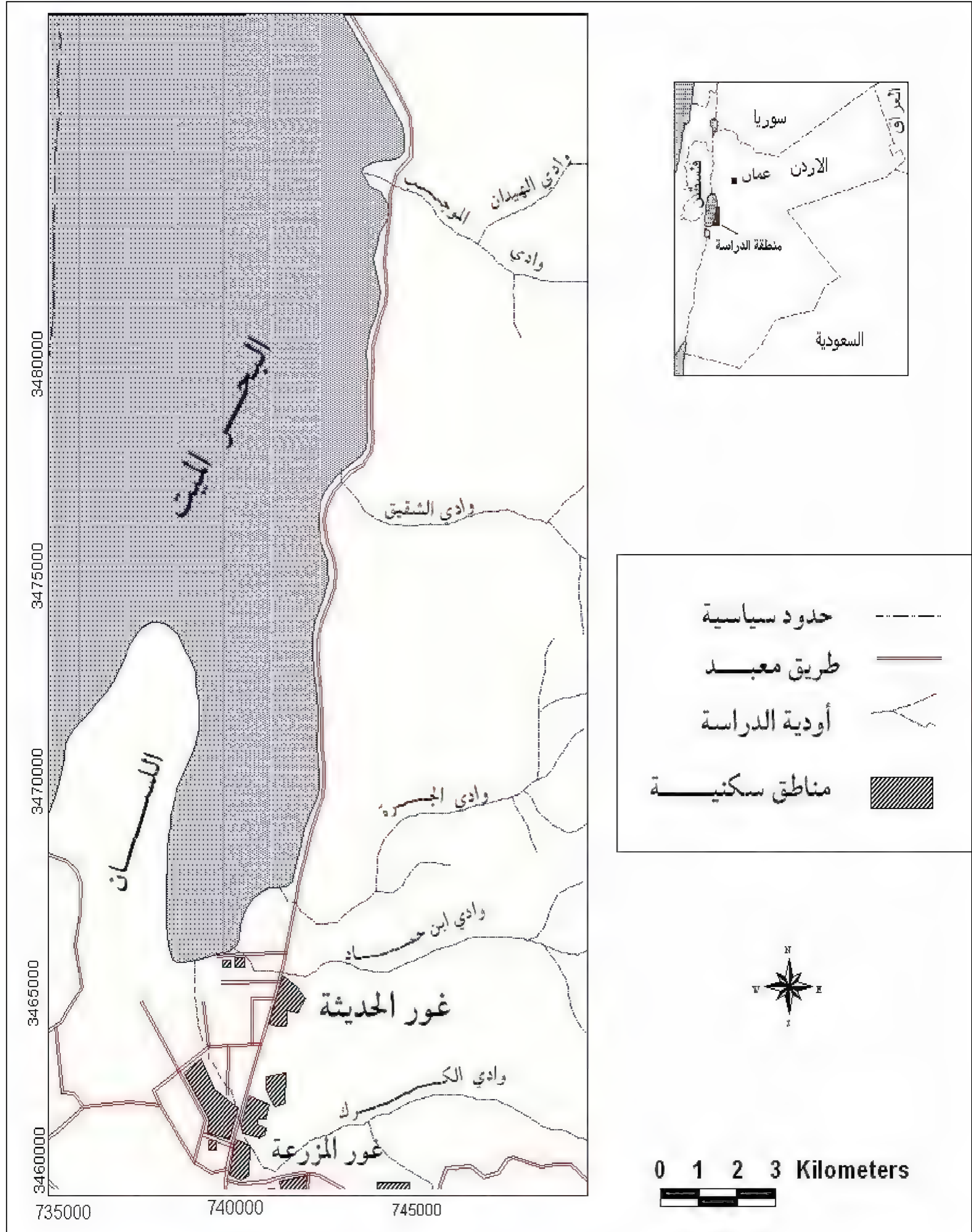
1.1.4. موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على الساحل الجنوبي الشرقي للبحر الميت. وتتمثل في الأحواض الدنيا لأودية: الكرك، ابن حماد، الجرة، الشقيق والموجب. وتمتد من دلتا وادي الموجب شمالا إلى دلتا وادي الكرك في غور المزرعة جنوبا، بطول 24 كم، وعرض لا يتجاوز 4كم. وتقع فلكيا بين دائرتي عرض 16 31 و 28 31 شمالاً، وخطي طول 30 35 و 33 35 شرقاً. وتبعد عن مدينة الكرك 33كم. وتم اختيار منطقة الأحواض الدنيا والتي تبدأ من مخرج الأودية من الجبال الشرقية للبحر الميت إلى مصب الأودية في البحر الميت.

و تعد منطقة الدراسة من أكثر المناطق التي شهدت انحساراً ملحوظاً للمياه وانكشاف مساحات من الأراضي التي كانت تغطيها مياه البحر الميت في فترات سابقة. والأشكال (2، 3، 4 ،5) توضح موقع منطقة الدراسة، وأودية الدراسة وصورة فضائية لمنطقة البحر الميت، ثم الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة على التوالي .



شكل(2) موقع منطقة الدراسة



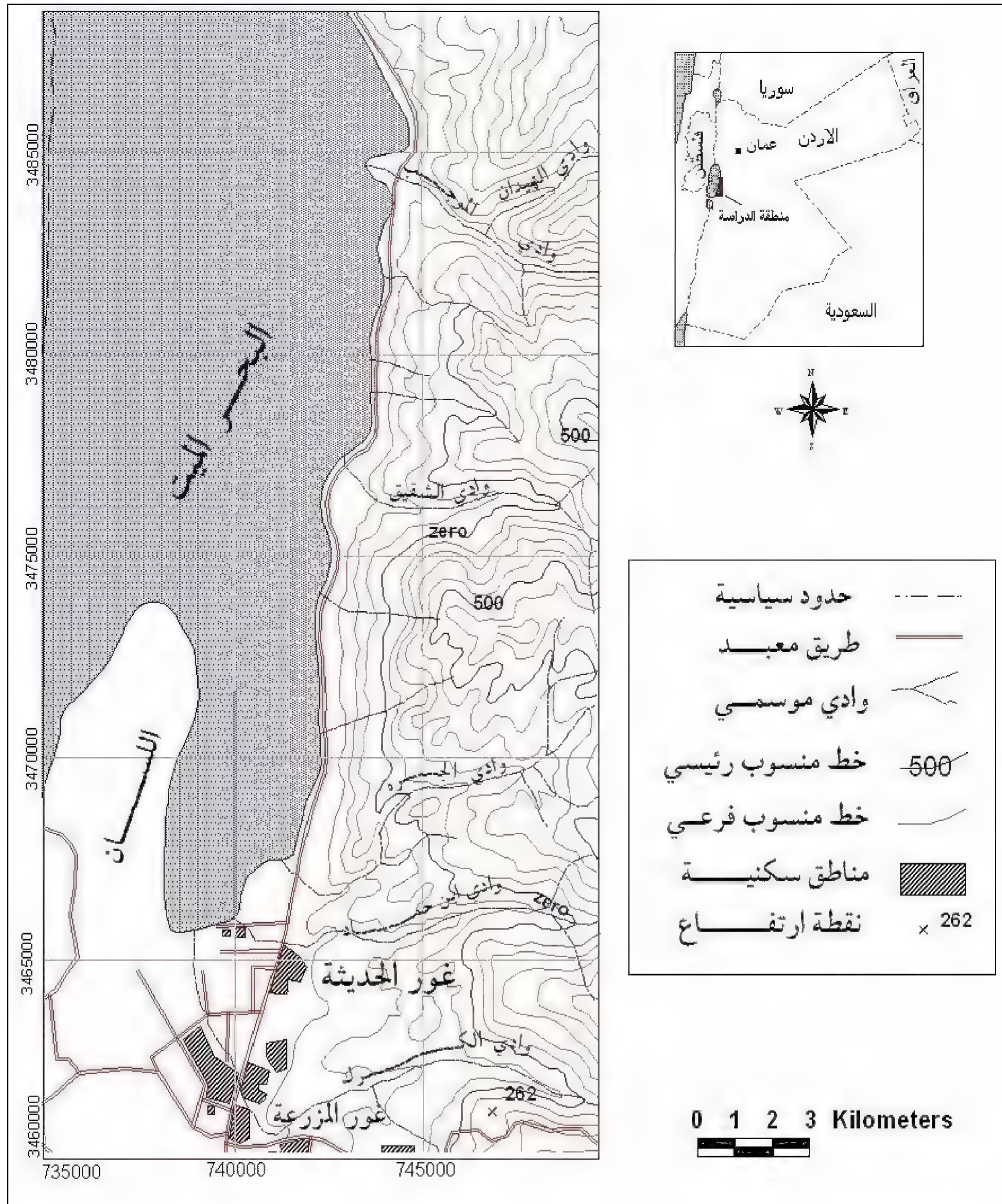
شكل (3) موقع أودية الدراسة

المصدر: الخرائط الطبوغرافية لوحات الكرك مقياس1: 10000.

المركز الجغرافي الملكي الأردني



شكل(4) صورة فضائية للبحر الميت عام 1989م .للقمر الصناعي Land sat(5)
المصدر:المركز الجغرافي الملكي الأردني.



شكل(5) الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

المصدر: الخرائط الطبوغرافية لوحات الكرك مقياس1: 10000.

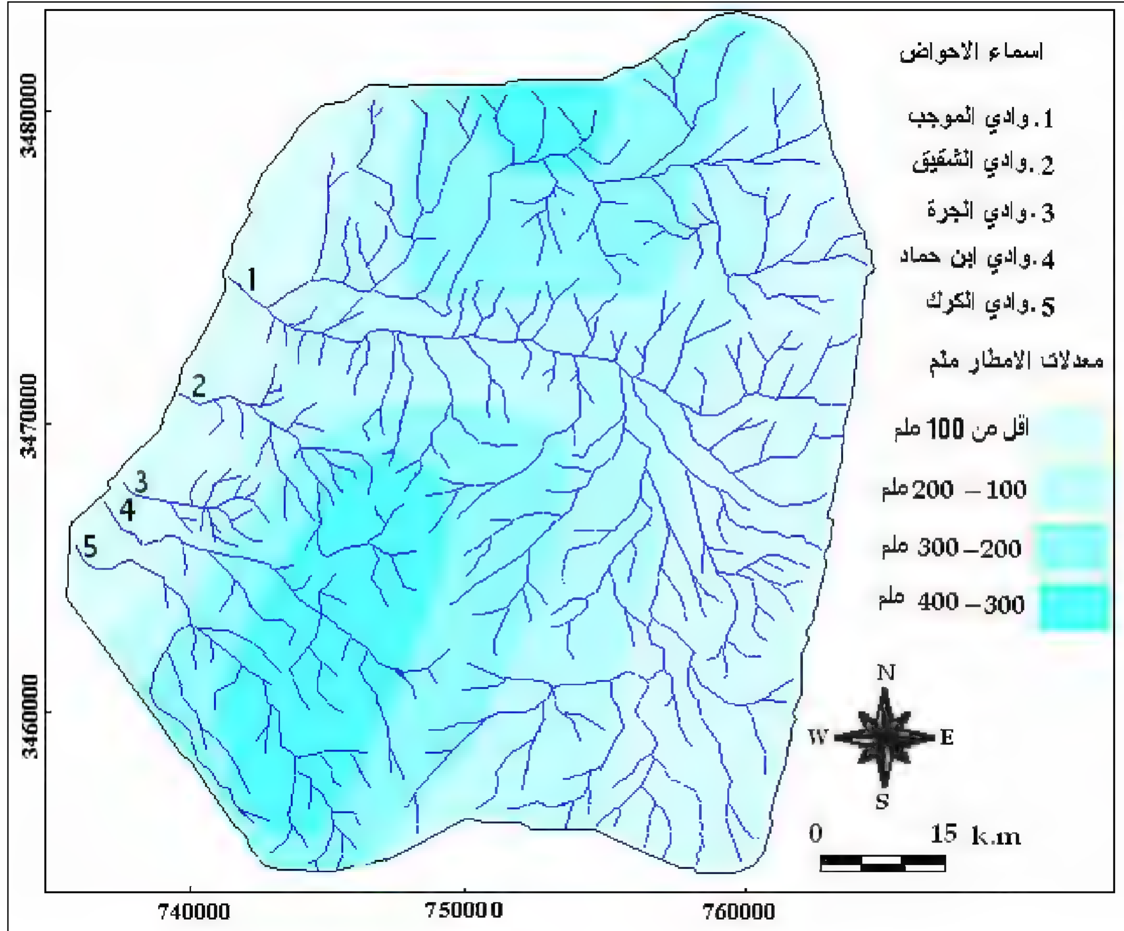
المركز الجغرافي الملكي الأردني

2.1.4. المناخ

تصنف منطقة الدراسة مناخيا حسب تصنيف كوبن، ضمن المناخ المـداري الحار الجاف(Bwh).ويبلغ معدل درجة الحرارة السنوي فـي منطقـة الدراسـة c 25ومعدل الأمطار السنوي ما بين 50 إلى 100ملم سـنويا. ويـسود فـي منطقـة المرتفعات المطلة على البحر الميت والتي تمثل منطقة رفد للأحواض المائيـة قيـد الدراسة، المناخ الحار والجا فصيفا، المعتدل الماطر شتاء، الذي يمكن تصنيفه مـا بين مناخ البحر المتوسط (Csa)إلى مناخ شـبة جـاف (Bsh) أو شـبة جـاف بارد(Bsk) كما أن الجزء الأدنى لهذه الأودية مناخ مداري جاف حار (Bwh) وهو امتداد لمناخ البحر الميت ووادي عربة.

4.1.3.الأمطار

يبدأ الهطول المطري عل ى أحواض أودية الدراسة أواخر فصل الخريف إلى نهاية شهر نيسا ن. وعند تحليل كميات الأمطار في منطقة الدراسة بالاعتمـاد علـى بيانات المحطات المناخية في الربة، و الكرك، والتي تمثل مناطق المنـابع العليـا للأودية و غور الصافي،ومحطة البوتاس في منطقة اللسان ، إضافة إلى الاسـتعانة بألاطلس المناخي الأردني لعام 1971 وأطلس الأردن والعالم لعام 2002، نجد أن أحواض الأودية قيد الدراسة من المنابع العليا إلى الأحواض الدنيا تتـضمن أربعـة نطاقات مطرية ابتداء من الغرب إلى الشرق، اقل من 100ملم، من 100إلى 200ملم من 200 إلى 300ملم، من 300 إلى 400ملم، ثم يعود النطاق اقل مـن 100ملـم ظهور من جديد في المنابع العليا لوادي الموجب . ويستثنى من ذلك وادي الجـرة نظرا لقصر طول المجري، والبالغ 15كم حيث لا يسود فيه النطاق المطري من 300 إلى 400 ملم شكل (6).



شكل رقم (6)

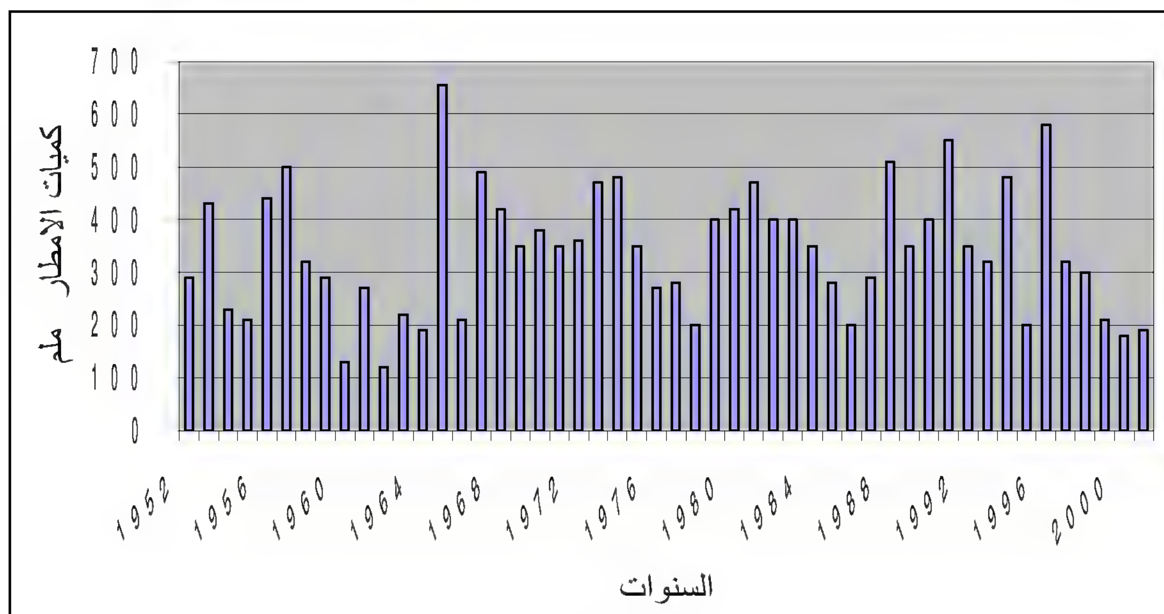
المعدلات السنوية للأمطار في أحواض منطقة الدراسة.

المصدر: الأطلس المناخي الاردني1971. أطلس الأردن والعالم 2002.

لذلك فان منطقة المنابع العليا بما تتلقاه من أمطار تعد منطقة إطلاق نشطة للرواسب والتي أدت إلى تشكيل المراوح الفيضية على طول شاطئِ البحر الميت، وبالتالي تعد مؤثرا مباشر على عملية النحت والارساب في أودية الدراسة.

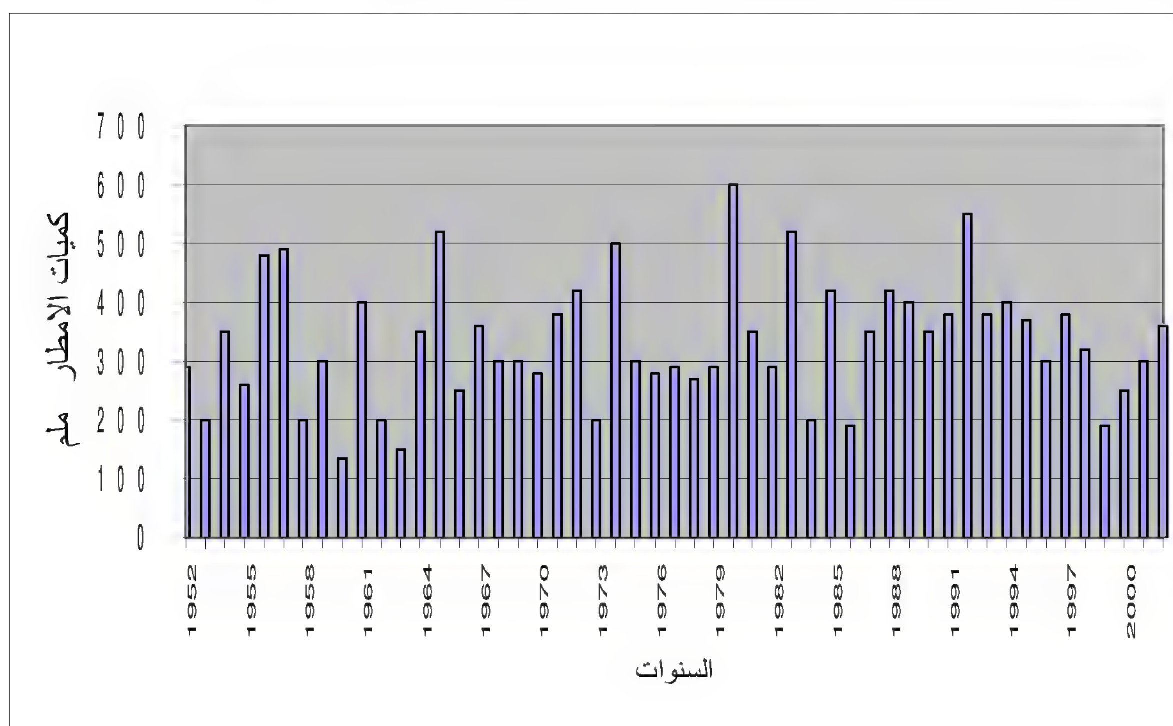
ولغايات تحليل مناخ منطقة الدراسة والمنابع العليا باعتبارها منطقة رفد نشطة للأحواض الدنيا، فقد تم الاعتماد على معلومات محطة الكرك، المطرية والتي تمثل قيم الأمطار لوادي الكرك، ومحطة الربة والتي تمثل قيم الأمطار لأودية ابن حماد والشقيق والموجب، ومحطة اللسان التابعة لشركة البوتاس العربية والتي تمثل

الأحواض الدنيا لأودية الدراسة والأشكال،(7، 8، 9، 10) توضح المتوسط السنوي لمعدلات الأمطار المسجلة في محطتي الربة والكرك للفترة بين أعوام 1952 و2003 ومحطة اللسان للفترة من 1980 – 2003. حيث تبين أن كميات الأمطار المسجلة في المحطات المناخية مختلفة من عام لاخر وان أعلى كمية أمطار في محطة الكرك بلغت 654 ملم في الموسم المطري 1964. أما في محطة الربة فان أعلى كمية أمطار كانت في الموسم المطري 1980 حيث بلغت 606 ملم واقل كمية بلغت 135 في الموسم المطري 1960. وأعلى كمية أمطار مسجلة في محطة البوتاس في غور حديثة بلغت 127 ملم عام 1991 في حين أن اقل كمية أمطار سجلت في عام 1985 حيث بلغت 21.7ملم. وقد بينت دراسة الرواشدة (2004) أن معدلات الأمطار السنوية في محطتي الربة، والكرك تتراوح بين 300 و350 ملم وان هنالك تعدد في الأجزاء الصاعدة والهابطة لقيم الأمطار مما يؤكد على تذبذب كميات الأمطار في المنطقة والمناطق المجاورة لها،(الرواشدة،2004). أما عن الأمطار المسجلة في محطة اللسان في غور حديثة فمن شكل (11) يتبين اتجاه قيم تكرار الأمطار نحو السنوات الأكثر جفافا مما يعني تذبذب الأمطار من سنة لأخرى في منطقة الدراسة وان اكثر معدلات الأمطار تتراوح ما بين 25 – 50 ملم في السنة.وتشير قيم الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعدل الأمطار السنوي لمحطتي الربة، والكرك إلى تقارب القيم في المحطتين في حين تنخفض القيم كثيرا في محطة اللسان مما يعني اختلاف كميات الأمطار ضمن منطقة المنابع العليا عنها في منطقة الأغوار، والمتمثلة في محطة اللسان من حيث الكمية.



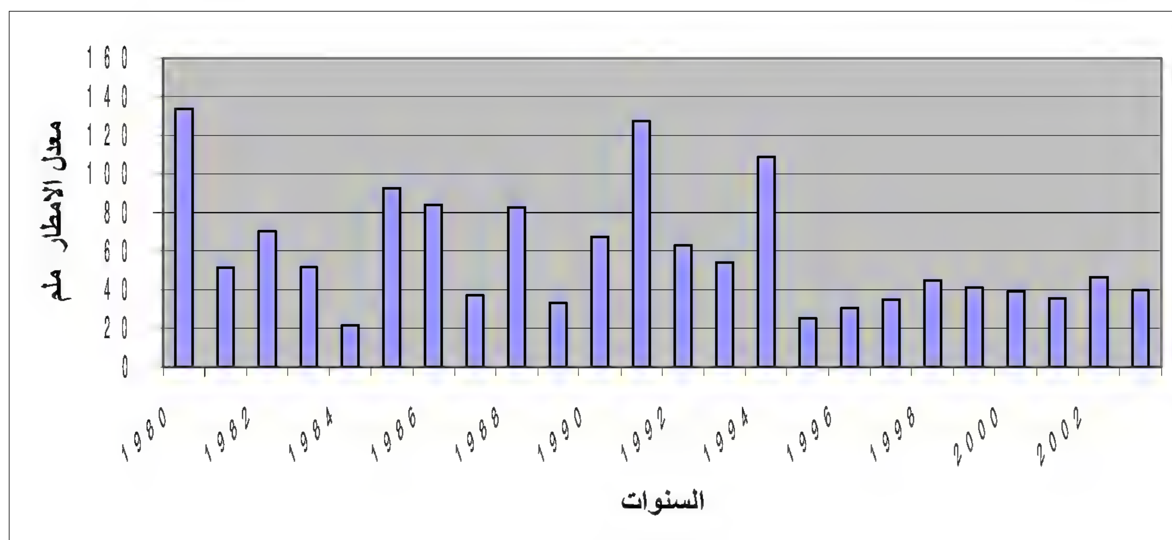
شكل رقم(7)

معدلات الأمطار السنوية في محطة الكرك من عام 1952 إلى 2002.



شكل رقم (8)

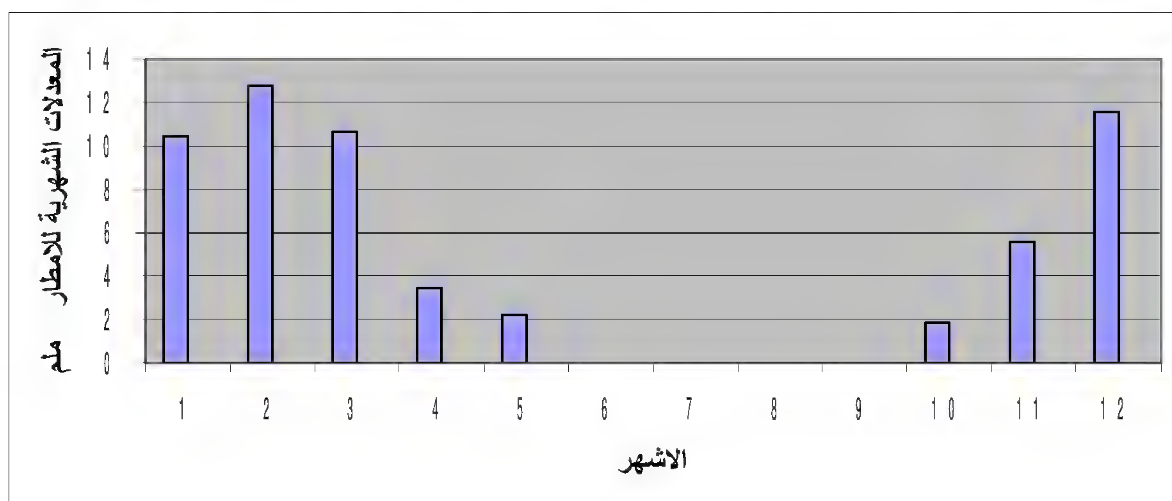
معدلات الأمطار السنوية في محطة الربة من عام 1952 إلى 2002.



شكل رقم(9)

المعدل السنوي للأمطار في منطقة الدراسة من عام 1980 إلى عام 2003.

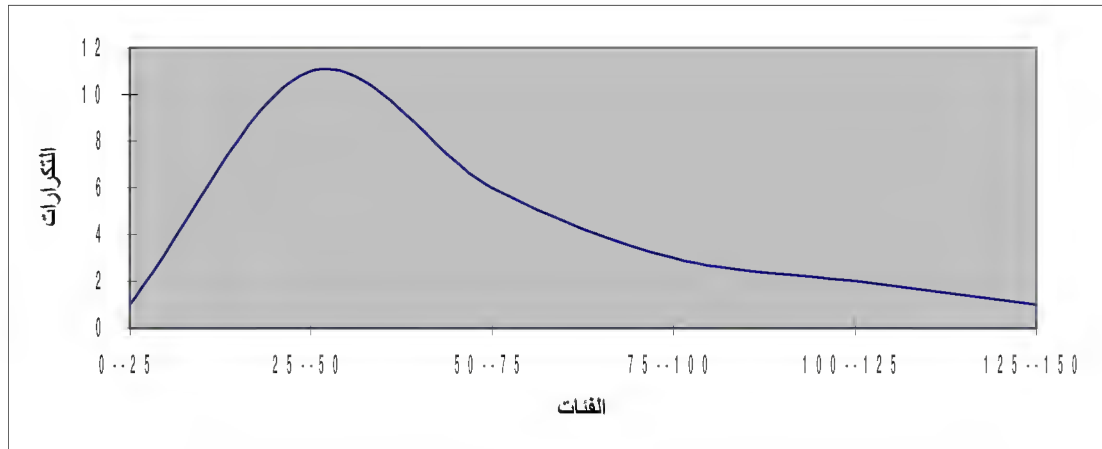
المصدر: بيانات شركة البوتاس العربية محطات رصد خاصة في منطقة اللسان، Dik18،Dik6



شكل رقم(10)

المعدلات الشهرية للأمطار في منطقة الدراسة من عام 1980 إلى عام 2003.

المصدر: بيانات شركة البوتاس العربية محطات رصد خاصة في منطقة اللسان، Dik18،Dik6



شكل رقم(11)

المنحنى التكراري للأمطار في منطقة الدراسة من عام 1980 إلى عام 2003.

المصدر: بيانات شركة البوتاس العربية محطات رصد خاصة في منطقة اللسان، Dik6،Dik18

وقد قام الباحث بتقدير معدلات الأمطار السنوية في أحواض أودية الدراسة حسب طريقة Isohyetal method ونظرا لخلو بعض أودية الدراسة من محطات قياس كميات الأمطار مثل أودية الجرة، ووجود بعض محطات القياس موزعة بشكل غير متوازن في أجزاء أحواض أودية الدراسة الأخرى، فقد تم الاعتماد على خطوط تساوى المطر في المناطق التي لا يوجد بها محطات قياس ضمن الأطلس الأردني لعام 2002 وأطلس الأردن المناخي للعام 1971، حيث اعتمدت قيم خطوط تساوي المطر لحساب معدلات الأمطارp1+p2... والمساحة المحصورة بين كل خط والذي يليه لحساب المساحات A1+A2...، وتم تقدير معدلات الأمطار في أحواض أودية الدراسة على النحو الآتي:

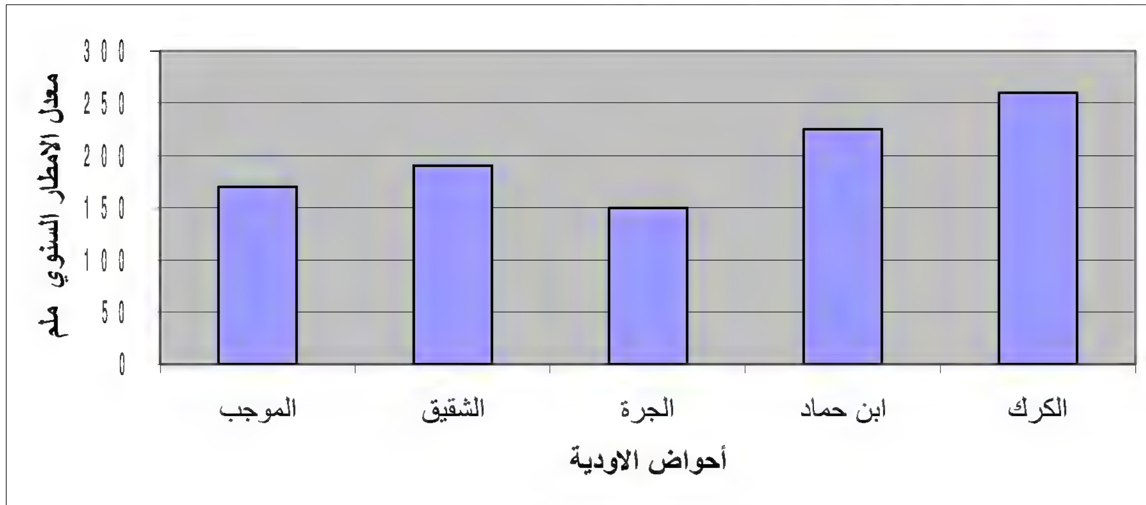
$$Pav = \frac{A1(P1+P2)+A2(P2+P3)+....}{2(A1+A2+............)}$$ (الصالح،1992).

Pav= متوسط كميات الأمطار الهاطلة على الحوض

$p1, p2, p3$= قيم خطوط تساوي المطر التي تحد المناطق الثانوية

$A1, A2, A3$= مساحات مناطق الحوض الثانوية

وتم التوصل إلى النتائج المبينة في شكل (12)



شكل رقم(12)

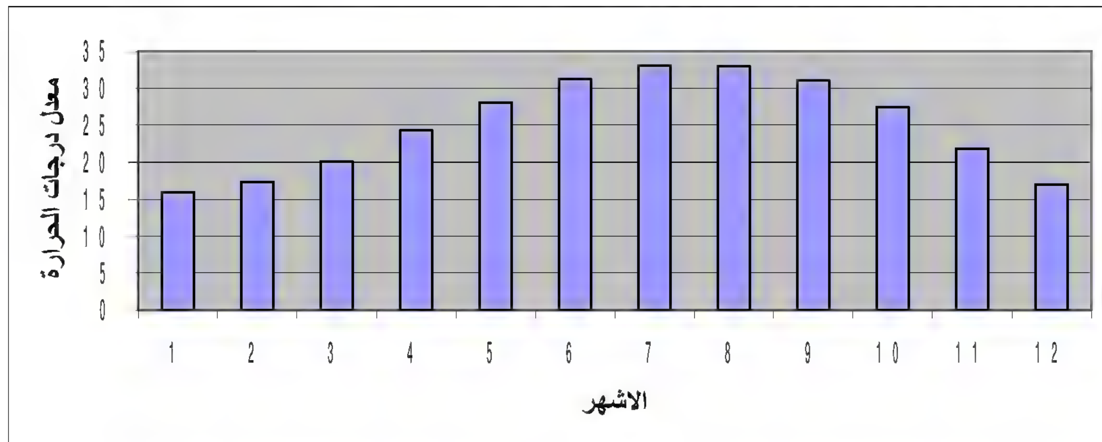
المعدلات السنوية للأمطار في أحواض أودية الدراسة

وقد بينت الدراسة أن أودية الكرك وابن حماد اكثر أودية الدراسة في معدلات الأمطار، وذلك لوقوع المنابع العليا ضمن المناطق شبة الرطبة حيث يطوقها خط المطر 300 إلى 400ملم مما جعلها منطقة رفد لمنطقة البحر الميت بالمياه . أما الجرة فاقل الأودية في معدلات الأمطار وذلك لعدم وجود خط المطر 300 إلى 400ملم ضمن الحوض المغذي لوادي الجرة .في حين جاءت معدلات الأمطار السنوية لحوض وادي الشقيق اقل من أودية الكرك وابن حماد و أعلى من وادي الجرة لان خط المطر 300 إلى 400ملم يسود ضمن مساحة اقل من أودية الكرك وابن حماد. ونظرا لكبر مساحة حوض وادي الموجب والبالغة 6800 كم2 واحتوائه على مساحات واسعة واقعة ضمن خط المطر اقل من 150 ملم فقد بدت معدلات الأمطار متوسطة مقارنة بأودية الدراسة الأخرى . وقد أشار (Bender، 1974) إلى أن المناخ السائد حاليا في منطقة البحر الميت والمناطق المجاورة ما هو إلا امتدادا لألفي سنة مضت، بعد حالة التقلب المناخي الذي ساد المنطقة من رطب أدى إلى فيضانات كبيرة في البلايستوسين الأدنى، إلى انتقالي تتخلله فترات من الجفاف

والرطوبة في البلايستوسين الأوسط، إلى أن استقرت الظروف المناخية كما هي علية في الوقت الراهن،(Bender،1974)

4.1.4.درجات الحرارة

تقع منطقة الدراسة تحت مستوى سطح البحر، مما جعلها مرتفعة الحرارة حيث يصل المعدل السنوي لدرجة 25c ومعدل درجة الحرارة العظمى 31c في حين يبلغ معدل درجة الحرارة الصغرى 19c. وقد تم الاعتماد على محطة غور الصافي المناخية في تحليل درجات الحرارة في منطقة الدراسة بسبب وقوعها على نفس المنسوب فيما يتعلق بالارتفاع عن سطح البحر شكل (13) أما في المنابع العليا فيبلغ معدل درجة الحرارة 17c ومعدل درجة الحرارة الصغرى 10c ومعدل درجة الحرارة العظمى في حدود 25c.(الرواشدة،2004).



شكل رقم (13)

معدل درجات الحرارة الشهري في منطقة الدراسة من عام 1964 إلى عام 2000.

المصدر وزارة المياه والري

2.4 .جيولوجية منطقة الدراسة.

1.2.4 .التركيب الصخري

في عصر الميوسين أي قبل 26 مليون سنة لم تكن حفرة الانهدام موجودة في الأصل، حيث كانت جبال الأردن وفلسطين وحدة متصلة مع بعضها بعضاً، وعندما تشكلت حفرة الانهدام انكشفت التكوينات الصخرية القديمة والتي يزيد عمر بعضها عن 500 مليون سنة(عابد،1985). أما التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة فبسبب غياب التسميات الرسمية للصخور، وتعدد جنسيات الباحثين ممن درسوا المنطقة أمثال عن،Quennell،Burdon،Bender، فقد وجد الباحث تسميات مختلفة للتكوينات الصخرية، و تم اعتماد التسميات التي أوردها عابد،(1985). فتظهر أقدم تكوينات الصخور في منطقة البحر الميت شرق غور الصافي وشرق اللسان والتي تعود إلى عصر ما قبل الكامبري، أي قبل 575 مليون سنة؛ وهي أقدم تكوين موجود في منطقة البحر الميت وتنتمي إلى تكوين مجموعة السرموج، وتتألف من كنجلومرات، وصخور رملية (عابد،1985). وتنتشر تكوينات مجموعة البرج ورم في أودية الكرك، وابن حماد، على شكل صخور بنية اللون ذات قوام سميك نسبيا وهي من صخور حقب الحياة القديمة Paleozoic في الكامبري الأوسط، والأعلى تتألف من الحجر الرملي، وصخور طينية ورملية كلسية،(عابد،1985).أما تكوين مجموعة الكرنب والبلقاء، والذي يعرف برمل صويلح(Kurnub)، وهي صخور رملية وطينية، وصخور جيرية، وصوان، ومارل والتي تعود إلى عصر الكريتاسي الأسفل و تتواجد في الأجزاء الوسطى، والشرقية من الأودية قيد الدراسة خصوصا في منطقة وادي الموجب، والشقيق.

أما التكوينات الأحدث بعد تشكل البحر الميت، والتي ترجع إلى عصر الايوسين فتظهر في منطقة الدراسة، في مجرى وادي الكرك الأدنى الجزء الملتوي في غور الذراع، ووادي ابن حماد(عابد،1982). جدول (3) وشكل(14)

جدول رقم (3)

التكوينات الصخرية وأعمارها الجيولوجية في منطقة الدراسة

التكوينات في منطقة البحر الميت	العصور		الحقب والزمن بملايين السنين	
ترسبات بعد تشكل البحر الميت، وتشمل تكوينات اللسان،السمرة، رسوبيات الوديان المروحية	(1) الهولوسين (2)البلاستوسين	عصر النيوجين	الحقب الرابع0.11إلى 1.6 م سنة	حقب الحياة الحديثة
تكوين اصدام ، ملح صخري	(3)البلايوسين (4)الميوسين		الحقب الثالث 38 م سنة	
صخور جيرية	(5)الاوليجوسين (6)الايوسين (7)الباليوسين	عصر الباليوجين 38 مليون سنة		
تكوين الكرنب البلقاء، وتشمل صخور طينية وصوان ومارل	(8)العصر الطباشيري (9)العصر الجوراسي (10)العصر الثلاثي		حقب الحياة الوسطى من 220 إلى65 م ستة الكريتاسي والترياسي	
تكوين البرج ويشمل صخور رملية وكتلية، وحجر رملي	(11)العصر البرمياني (12)العصر الكربوني الحديدي (13)العصر الديفوني		حقب الحياة القديمة أقدم من 570 م سنة الكامبري الأوسط والأعلى	
تكوين السرموج وتشمل كنجلومرات، صخور رملية	(14)العصر السيلوريني (15)العصر الاوردوفيشي (16)العصر الكامبرياني			
	(17)طلائع الحياة (18)عصر نشوء الكرة الأرضية		حقب الحياة العتيقة ما قبل الكامبري 1850م سنة	

المصدر: الشمالي ،2001، عابد،1985



شكل (14) الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر: الخرائط الجيولوجية 1992 لوحة الكرك 1 :25000 ، سلطة المصادر الطبيعية، الأردن

3.4. التربة تكوينات السطح

تعد منطقة الدراسة من المناطق التي شهدت انحسارا ملحوظا للمياه، وانكشاف أراضي كانت تغمرها مياه البحر الميت سابقا، مما شكل بيئة من الترب تحتوي على مستويات عالية من الأملاحِ القابلة للذوبانِ بالماء، مثل كلوريد الصوديوم، كلوريد المغنيسيوم، كلوريد البوتاسيوم، بروميد المغنيسيوم.(عابد، 1985) وقد غمرت أجزاء واسعة من هذه الأراضي بالرواسب المنقولة عن طريق فيضانات الأودية مما شكل مزيجا من الترب المنقولة المختلطة بالأملاح، والتي يزداد عمقها بالاتجاه من الشرق إلى الغرب. وساهمت تلك الوضعية، في تعدد أنواع التربة المنتشرة في منطقة الدراسة ما بين ترب ملحية ناتجة عن ترسبات أملاح البحر الميت، إضافة إلى تكوينات اللسان. ورواسب منقولة من فيضانات الأودية أثناء فصل الشتاء.

ومن أكثر تكوينات السطح انتشارا في منطقة الدراسة، ترسبات اللسان والتي وتنتشر بشكل واضح على الساحل الجنوبي الشرقي للبحر الميت و تحتوي على الأملاح وكربونات الكالسيوم والجبص.وتتكون من رقائق بيضاء اللون من معدن الارغوانيت ورقائق رمادية من الجبص، والطين، والطباشير، وتتشرفي منطقة الدراسة على شكل أخاديد وجروف(عابد،1985).. ومن الدراسة الميدانية تبين وجود ترسبات بحيرة اللسان على بعد 3كم إلى الشرق من منطقة اللسان الحالية وعلى منسوب 375م تحت مستوى سطح البحر (أخذت قياسات المناسيب بوساطة جهاز G.P.S. من قبل الباحث) وهي عبارة عن ترسبات بيضاء اللون خليط من معدن الارغوانيت والجبص، تعرف محليا باسم الحوّر وتنتشر تلك الترسبات في منطقة غور الحديثة، وغور المزرعة، وتحديدا في منطقة طواحين السكر شكل (15).



شكل رقم(15)

ترسبات اللسان في منطقة غور حديثة. بتاريخ2006/3/18.

وتتكون ترسبات بطون الأودية على طول المجاري المائية لأودية، الكرك، ابن حماد والجرة، من صخور صوانية، وجيرية، و صخور الحجر الرملي التي تنتشر على طول المجرى المائي النشط. وتظهر ترسبات البحر الميت، والتي تتكون من، الجبص الارغوانيت على شكل قشور مختلفة السماكة تغطي كل ما تحتها من تربة أو أشجار أو قطع من الحجارة، مما يشير إلى فترات تمدد للبحر الميت عبر العصور (عابد،1985). وفي المناطق المحاذية تماما للبحر تظهر ترسبات البحر الميت (طين البحر الميت)على شكل أملاح رمادية اللون في أجزاء السطح العليا المكشوفة(الوحوش،2005). وتتواجد مثل تلك الرواسب في المناطق المحاذية تماما

لشاطئ البحر الميت شكل (16). إضافة إلى انتشار ترسبات ملحية بيضاء ناتجة عن ترسب أملاح البحر الميت بسبب التناقص المستمر في حجم المياه في البحر وتنتشر مثل تلك التكوينات في النهايات الدنيا لمصبات وادي الكرك، وابن حماد والموجب، شكل(17). وتنتشر التكوينات الحصوية فوق دلتا وادي الموجب والشقيق، وهذه التكوينات مختلطة بالرمل، والسلت، والصلصال، (عودة،1987). وتنتشر تكوينات الجبص في وادي الموجب أيضا ولكن بشكل متقطع كما وتنتشر في وادي الكرك حتى منطقة الخرزة (Abed،1985).



شكل رقم (16)
رواسب طين البحر الميت. بتاريخ 22 /2006/3.



شكل رقم(17)

ترسبات أملاح البحر الميت في دلتا وادي الموجب. بتاريخ25/3/ 2006

4.4 .الغطاء النباتي

تتصف منطقة الدراسة بالفقر فيما يتعلق بالغطاء النباتي الطبيعي، إلا أن بعض الأشجار والنباتات المحبة والمتأقلمة مع بيئة التربة المالحة تنتشر على شكل أشرطة حول مجاري السيول، وعلى أسطح دلتاوات أودية الدراسة، وفي مناطق السبخات. ومن هذه الأشجار، السدر، الطلح، العشير، الطرفا ،والزقوم والدفلى. ومن الدراسة الميدانية تبين أن شجرة الطرفا هي الأكثر انتشارا في منطقة الدراسة. وتظهر بعض الشجيرات الصغيرة مثل القطف، والحميض، والحرمل، خصوصا في مجرى وادي الكرك وابن حماد. وتتميز هذه الأشجار بتحمل درجات الحرارة العالية و العطش شكل (18). وقد تأثر الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الدراسة بالأنشطة

البشرية والمتمثلة باقتلاع الأشجار لغايات استصلاح الأراضي للزراعة، إضافة إلى تعرضها إلى عملية الرعي و التحطيب الجائر. وقد بدا ذلك واضحا من دراسة الصور الجوية لمنطقة الدراسة لعام 1953 ، حيث تظهر الأشجار تغطي أجزاء واسعة من المجاري المائية النشطة وأسطح دلتاوات أودية الموجب، وابن حماد.وقد أدى فقر أسطح دلتاوات أودية الدراسة بالغطاء النباتي إلى تفكك التربة وبالتالي سهولة انجرافها بفعل السيول والتي تنشط أثناء سقوط الأمطار لتتخذ مجاري مائية على أسطح الدلتاوات تساهم في انجراف الترسبات القديمة وحدوث التعميق الرأسي.



شكل رقم(18)

الغطاء النباتي في مجرى وادي الموجب بتاريخ 2006/1/25.

5.4. الخصائص الطبيعية لأحواض أودية الدراسة

تتكون الأحواض المائية من مجموعة الأودية والتي تشكل بمجموعها منطقـــة رفـ رئيسة مائية ورسوبية لمنطقـــة المـــصبات، لـــذلك فـــان دراســـة أي عمليـــة جيومورفولوجية في الأحواض الدنيا، من الصعوبة بمكان أن تحقق أهدافها بمعـــزل عن دراسة البيئة الحوضية (سلامة،2004). لذلك قـــام الباحـــث بدراســـة مجمـــل الأحواض المائية (المنابع العليا)، لأنها تشكل منطقة رفد للأحواض الدنيا موضوع الدرافقفة. تم دراسة الخصائص التضاريسية من حيث مساحـ ة الحوض، وطـــول المجرى، و التضرس، ودرجة الانحدا ر، إضافة إلى معدل الانحدار، وتم رسم خمسة قطاعات جيومورفولوجية تمثل أحواض أودية الدراسة . وتم دراســـة هيدرولوجيـــة أحواض أودية الدراسة والتي تمـ ثلت بتقدير المعدل السنوي للأمطار على أحـــواض الأودية، والتصريف المائي، ونوع الجريان، وقام الباحـــث أيـــضا بتقـــدير معـــدل التصريف المائي لفيضان 2 نيسان 2006 وبهدف التعـــرف علـــى دور العمليـــات الجيومورفولوجية الكارثية في منطقة الدراسة.

1.5.4.الخصائص التضاريسية

تعد الخصائص التضاريسية لأي منطقة مؤشرا للسجل المناخي والهيدرولوجي والتكتوني، لفترات زمنية تراكمية. وتأتى أهمية دراسة الخصائص التضاريسية من اجل التعرف على التغيرات التي تعرضت لها السفوح في الشكل، والمظهر العام إضافة إلى التعرف على الوضع المناخي، والهيدرولوجي باعتباره مؤشراً على نوعية السفوح وطبيعة تكوينها ودرجة انحدارها.(الدليمي،2005). وتقترن طبيعة الأشكال الأرضية المتكونة في بيئة المصاب النهرية مع الأنظمة الساحلية، لما للساحل من تأثير كبير على بيئة تلك الأنهار ومصباتها. وما يميز ذلك القدرة المتمثلة في العمليات الثلاثة الأنهار وهي، النحت، النقل، الإرساب. وتتعاظم تلك العمليات إذا ما كانت للأنهار تجري في بيئات جافة تنتهي إلى بحيرات، وتتميز السفوح بشكل عام

بعدم الاستقرار Instability، حيث أنها تتغير بشكل متواصل، وهذا التغير إما أن يكون سريع أو متدرج، وهنالك عدة عوامل تؤثر على انحدار السفوح منها : العوامل التكتونية، قابلية المواد السطحية للنحت، كثافة الغطاء النباتي، كمية المياه المتدفقة أو ما يعرف بالجريان السطحي Surface Flow إضافة إلى عملية هبوط مستوى الأساس.(محسوب،2001). لقد ساهمت عملية الهبوط في مستوى سطح البحر الميت في التأثير على الخصائص الانحدارية لأودية الدراسة حيث تعرض مستوى سطح البحر الميت لانخفاض واضح بلغ 30 م خلال الفترة من عام1810 م إلى 2006. وقام الباحث بقياس الخصائص الانحدارية لاودية الدراسة حيث تم قياس درجات الانحدار بأخذ طول المجرى كاملا كمسافة أفقية، و الفاصل الرأسي لحساب التضرس بالاعتماد على قراءة جهاز G P S ، في منطقة خط الساحل لكل الأودية لأنها تقع على نفس المنسوب، وتم قياس أعلى منسوب من الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس 50000:1 لعام 1962، 100000:1عام1993 .50000:1 لعام 1997، المعتمدة لمثل تلك القياسات. وتم الاعتماد على الطريقة غير المباشرة في اخذ القياسات في الحوض الأوسط، ولأعلى (المنابع) للأودية المدروسة باعتبارها أحد المناهج المتبعة في الدراسات الجيومورفولوجية، جدول (4). فبسبب الاختلاف في أطوال المجاري المائية للأودية، إضافة إلى الاختلاف في معدل التضرس، فقد ظهرت اختلافات واضحة في الخصائص الانحدارية ما بين الأودية، فقد بينت الدراسة أن وادي الجرة يتميز بارتفاع قيم الخصائص الانحدارية وذلك بفعل قصر المجرى المائي، وارتفاع معدل التضرس. أما وادي الموجب فبسبب طول المجرى المائي والذي يزيد عن أطوال المجاري المائية لاودية الدراسة جميعها، فقد ظهرت الخصائص الانحدارية متميزة بانخفاض قيمها مقارنة بأودية الدراسة الأخرى.

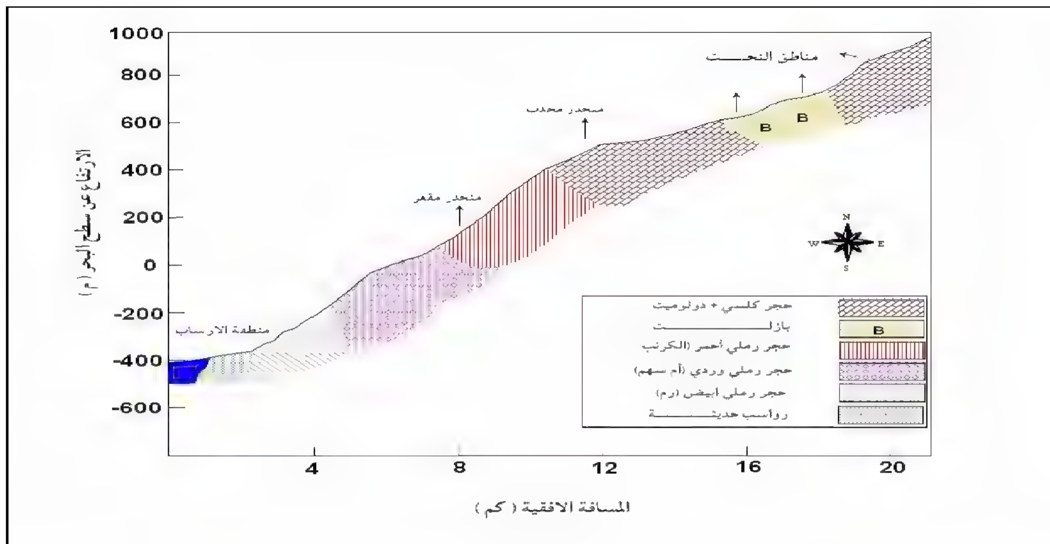
جدول رقم (4)

الخصائص التضاريسية لأحواض أودية الدراسة

الوادي	مساحة الحوض كم2	طوال المجرى كم	التضرس م	معدل الانحدار م/م	درجة الانحدار (0)
الموجب	6800	135	1413	1:74.3	0.60
الشقيق	70	19	1377	1:13.8	4.15
الجرة	37	14	1215	1:11.5	4.9
ابن حماد	130	25	1444	1:17.3	3.3
الكرك	216	45	1656	1:27.17	2.1

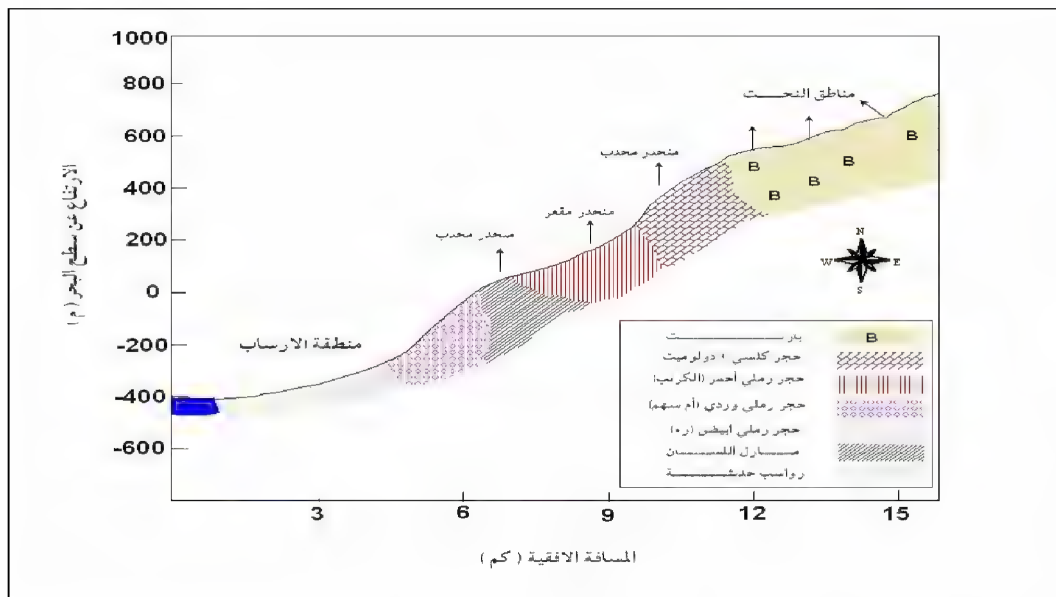
أما من حيث شكل المنحدر فيتأثر بالعديد من العوامل : الحركات التكتونية والغطاء النباتي، ونوعية الصخور إضافة إلى الظروف المناخية، مما يؤدي إلى ظهور العديد من الإشكال الانحدارية على طول القطاعات العرضية للأودية أهمها الشكل المنتظم، والمحدب، والمقعر، وغير المنتظم. وقد تعرضت أحواض منطقة الدراسة إلى هبوط صدعي في منطقة المصب بينما تعرضت المنابع الوسطى والعليا إلى عملة التواء (سلامة،2004) مما أدى إلى ظهور القطاعات الانحدارية بشكل محدب في الأجزاء العليا والوسطى للأودية، ثم الانحدار الفجائي المقعر الشكل قبل بيئة المصب سببه هبوط مستوى الأساس، ونشاط عملية النحت الرأسي من اجل الوصول إلى مستوى الأساس، والذي يتعرض إلى انخفاض مستمر. أما منطقة المصب فيغلب عليها الشكل المحدب اللطيف الناتج عن تعاظم عملية الإرساب . أما التكوين الجيولوجي فقد بينت الدراسة تشابه التكوينات الجيولوجية في أحواض أودية الدراسة مع وجود اختلاف في مواقعها، فقد بينت الدراسة وجود سبعة أنواع رئيسة

من التكوينات الجيولوجية وهي: الحجر الكلسي والدولومايت والتي تعود إلى عصر الكريتاسي الأعلى، الحجر الوردي المعروف برمل أم سهم، والذي يعود إلى العصر الكامبري الأوسط، أما تكوين العصر الكامبري الأعلى فيوجد على شكل حجر رملي أبيض والمعروف برمل رم، إضافة إلى الحجر الرملي الأحمر المعروف برمل الكرنب والذي يعود إلى عصر الكريتاسي الأسفل وبينت الدراسة أيضا وجود صخور البازلت تغطي أجزاء من أحواض أودية الدراسة تعود في معظمها إلى عصر الميوسين، و رواسب اللسان والتي تعود إلى عصر البلايوستوسين تغطي الأجزاء الدنيا من أحواض الأودية، إضافة إلى انتشار الرواسب الحديثة للأودية في الأجزاء الدنيا من الأحواض، و قبيل بيئة المصب،وقام الباحث بإعداد قطاعات جيومورفولوجية لاودية الدراسة اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية لوحات، الكرك، الربة، عمان، بواقع ثلاث لوحات لكل منطقة بالمقاييس الآتية 1: 50000 لعام 1962، 1:100000عام 1993 1: 50000 لعام 1997. و الخارطة الجيولوجية، لوحة الكرك1: 250000 عام1992 الأشكال (19، 20، 21، 22، 23).



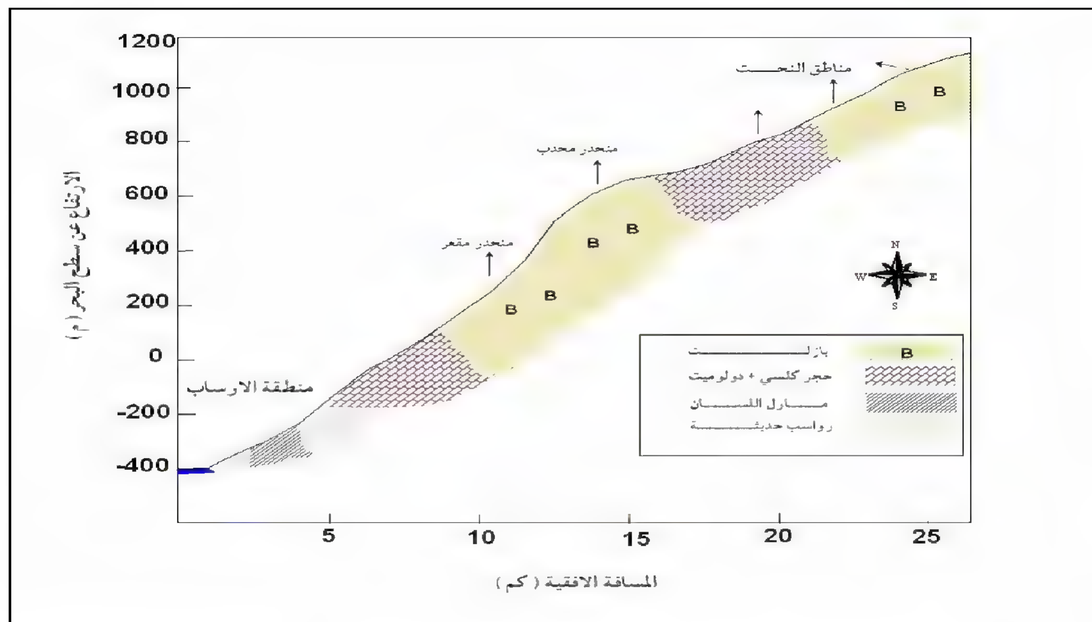
شكل (20) مقطع جيومورفولوجي لحوض وادي الشقيق

المصدر: الباحث



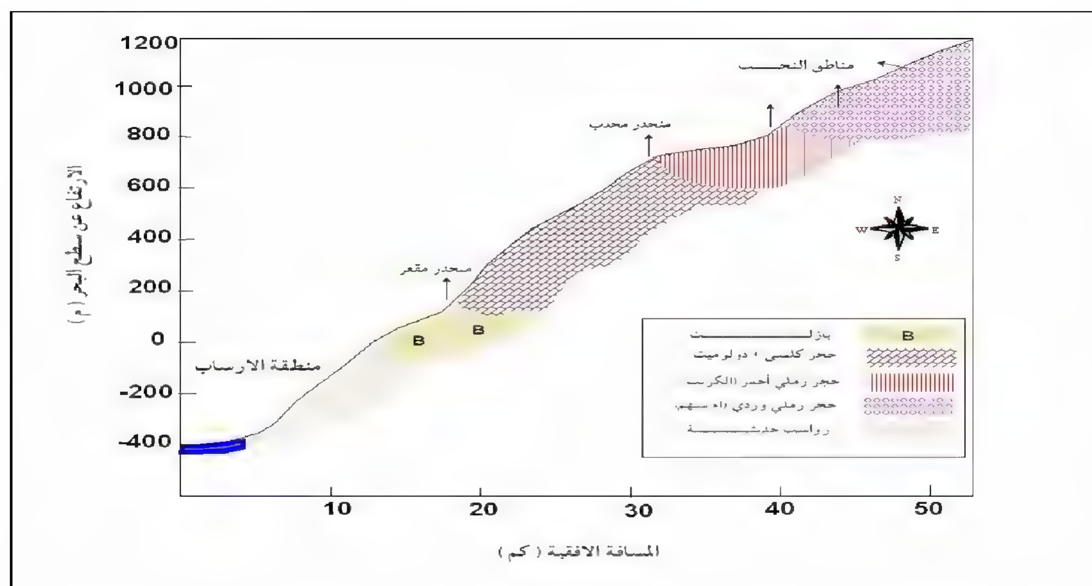
شكل (21) مقطع جيومورفولوجي لحوض وادي الجرة

المصدر: الباحث



شكل (22) مقطع جيومورفولوجي لحوض وادي ابن حماد

المصدر: الباحث



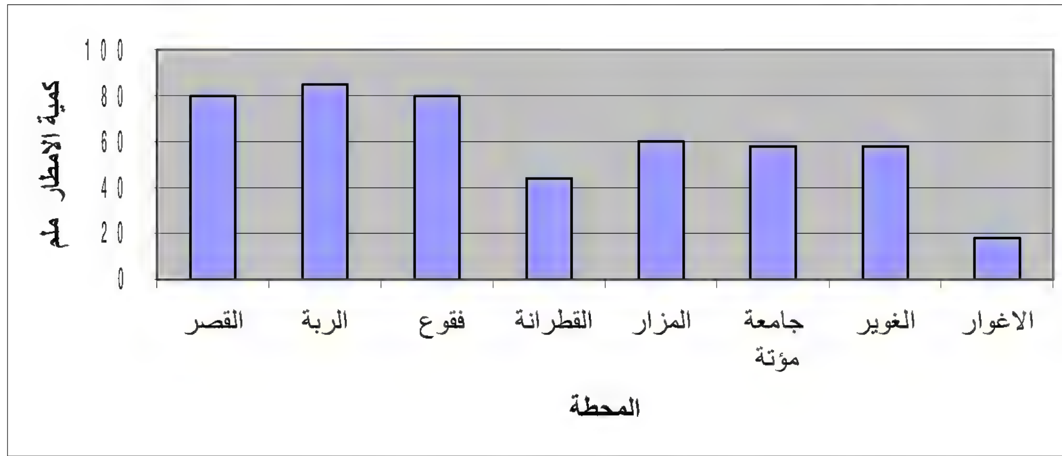
شكل (23) مقطع جيومورفولوجي لحوض وادي الكرك

المصدر: الباحث

6.4. هيدرولوجية أحواض أودية الدراسة

نظرا لكبر مساحة أحواض أودية الدراسة، فقد تم حصر الدراسة في الأحواض الدنيا للأودية والمتمثلة بدلتاوات الأودية و التي تتأثر من تراجع مستوى سطح البحر الميت ، ومن تأثير ترسبات الأودية أثناء الفيضانات، ومستوى أساس يتعرض إلى هبوط مستمر، مما يؤدي إلى إيجاد بيئة ارسابية مختلفة من حيث النحت والارساب. مما يشكل انماطا أرضية تكاد تكون اقرب إلى العمليات الكارثية ،(catastrophict) عندما تحدث تغيرات طبيعية في النظام الفيضي للأودية بشكل فجائي وسريع، مما يجعل مقدرة النظام الجيومورفولوجي على استيعاب تلك التغيرات البيئية تعتمد على السرعة في إحداث التغيير، ونوعية الأشكال الأرضية الناتجة. ومن الأمثلة على العمليات الكارثية الأمطار الغزيرة، وما تحدثه من فيضانات تزيد من قدرة للأنهار على النحت في المناطق المرتفعة والقدرة الترسيبية في المناطق المنخفضة (William،G،1988). ففي شهر آذار من عام 1991 هطل 243 ملم من الأمطار في 17 ساعة على حوض وادي الكرك، وابن حماد، مما أدى إلى تشكل سيول ساهمت في جرف كميات كبيرة من الطمي والرواسب مختلفة الأحجام والمكونات وترسيبها على طول مصبات تلك الأودية، حيث بلغت كمية التصريف المائي لفيضان وادي ابن حماد بين 600 إلى900 م3/ث، ووادي الكرك 700إلى950م3/ث. (العرود،2006) مما أدى إلى أن ارتفاع مستوى البحر الميت عقب تلك الكمية من الأمطار إلى 0.2 م (El-Isa،1995). وفي شهر آذار من عام 2003 ارتفع مستوى المياه في البحر الميت 40 سم، وذلك بسبب العاصفة الثلجية التي آثرت على حوض المنطقة المغذية للبحر الميت، وأدت إلى تدفق 280 مليون م3 من المياه إلى البحر الميت.(شركة البوتاس العربية، 2006). وفي 2 نيسان 2006 حدث فيضان في أودية الدراسة نتيجة هطول الأمطار على معظم أحواض أودية الدراسة وتركز الهطول في مناطق المنابع العليا، وتراوح معدل كميات الأمطار من 60 إلى 90 ملم واستمرت قرابة 15 ساعة. وكان التوزيع المكاني للأمطار في أحواض أودية الدراسة متقارب

إلى حد ما باستثناء منطقة الأحواض الدنيا (الأغوار) فقد قلت الكمية عن باقي المناطق. شكل (24) .



شكل رقم (24)

التوزيع المكاني للأمطار في محطات رفد منطقة الدراسة في 2 نيسان 2006.

المصدر : مديريات الزراعة في محافظة الكرك

وبسبب تواجد الباحث في منطقة الدراسة فقد تم تقدير كمية التصريف المائي أثناء الفيضان لأودية الكرك وابن حماد، وتم الاعتماد على طريقة الجسم العائم ومعامل Manning لتقدير الفيضان لعدم توفر أجهزة قياس الفيضان وذلك بالاعتماد على العلاقة آلاتية :

$Q = A.V$ (الصالح،1992)

Q= كمية التصريف المائي م3/ث

A تمثل مساحة المقطع العرضي للقناة (عمق الماء× عرض القناة)

V= سرعة الماء

ولتقدير سرعة الماء فقد تم استخدام طريقة Manning method

$$.V = C \frac{(R)^{\frac{2}{3}}(S)^{\frac{1}{2}}}{n}$$ (Richards ،1982)

V معدل السرعة (م/ث)

C ثابت 1. (م/ث)

R نصف القطر الهيدروليكي (مساحة القطاع العرضي الذي يشغله الماء من المجرى÷ المحيط المبلل للمجرى)

S معدل الانحدار

n معامل الخشونة ويتم استخلاصه من جدول خاص ويساوي في مثل حالة أودية الدراسة 0.035 (الصالح،1992)

وقد بلغت كمية التصريف المائي لفيضان وادي ابن حماد كما قاسها الباحث في وقت الذروة 500 م3/ث وبعد 6 ساعات بلغ حوالي 300 م3/ث. أما فيضان وادي الكرك فوصل في وقت الذروة 560 م3/ث وبعد 6 ساعات 360 م3/ث. الأشكال (25، 26)، توضح منطقة جسر غور المزرعة أثناء وبعد الفيضان.

وقد تعذر إجراء قياس لكمية التصريف فيضان أودية الشقيق والجرة، بسبب إغلاق الطرق لتراكم الأتربة بسبب الانهيارات الأرضية. وقد أدى هذا الفيضان إلي أحداث أضرار في الأراضي الزراعية الواقعة إلى الشمال من مصب وادي ابن حماد في غور الحديثة، ومن الدراسة الميدانية للمنطقة بعد الفيضان تبين وجود تعميق رأسي ونحت جانبي في وادي الكرك، وابن حماد، والجرة، والموجب إضافة إلى نقل كميات كبيرة من الرواسب مختلفة الأحجام والأنواع، و حدوث أضرار في أرضية جسر وادي الكرك في غور المزرعة والأشكال (27 ،28) توضح ذلك.



شكل رقم (25)

فيضان وادي الكرك بتاريخ 2 نيسان 2006 .غور المزرعة



شكل رقم(26)

المنطقة بعد فيضان 2 نيسان 2006 . غور المزرعة



شكل رقم(27)
النحت الرأسي والجانبي بعد فيضان وادي الكرك في 2 نيسان 2006



شكل رقم (28)
الأضرار في جسر غور المزرعة بعد فيضان 2 نيسان 2006. لاحظ الآثار التدميرية للفيضان

أما وادي الموجب فحسب تقديرات وزارة الزراعة الأردنية فقد بلغت كمية التصريف المائي لفيضان 2 نيسان بحدود 390 م3/ث وقد كانت ذروة الفيضان في 3 نيسان بسبب احتجاز كميات كبيرة في سد الموجب والبالغة بحدود 33مليون م3/ث حيث حدث الفيضان بعد امتلاء سد وادي الموجب (وزارة الزراعة،2006). وقد أدى الفيضان إلى إحداث تعميق رأسي، ونحت جانبي في دلتا وادي الموجب، حيث بلغ مقدار التعميق الرأسي في دلتا الموجب بعد فيضان 2 نيسان بحدود 1.6م، ونحت جانبي في طرفي المجرى بحدود 2.5م (القياسات الميدانية) إضافة إلى إحداث أضرار بالغة في المنشآت المقامة على دلتا وادي الموجب خصوصا السد التحويلي(تحويل مياه وادي الموجب إلى عمان لغايات الشرب والاستعمالات المنزلية، ومصنع البوتاس في غور الصافي لغايات الصناعة) وتصدعات في جسر وادي الموجب، وجرف مساحات من والأراضي الزراعية على دلتا وادي الموجب، والأشكال(29،30) تعرض مجموعة من الصور الفوتوغرافية للتعميق الرأسي والنحت الجانبي،و الأضرار التي لحقت بالمنشآت في دلتا وادي الموجب بعد فيضان 2 نيسان 2006. ويعود السبب في قوة فيضان وادي الموجب أن التصريف المائي للفيضان قد جاء دفعة واحدة بعد امتلاء سد وادي الموجب، إضافة إلى ضيق المخرج الخانقي لوادي الموجب، وصلابة الصخور مما ساهم في زيادة قوة اندفاع المياه حال خروجها إلى الدلتا. وقد بينت دراسة أبو سمور(1988) بأن تصريف فيضان وادي الموجب بشكل عام مختلف من عام لاخر، ومن يوم لاخر، ضمن المنخفض الجوي الواحد. وذلك بسب الاختلاف في تركز كميات الأمطار وتوزيعها الجغرافي على مجمل مساحة الحوض النهري لوادي الموجب(أبو سمور،1998).



شكل رقم(29)

التعميق الرأسي والنحت الجانبي في دلتا وادي الموجب بعد فيضان 2 نيسان 2006.



شكل رقم(30)

الأضرار أرضية جسر وادي الموجب فيضان 2 نيسان 2006.

أما أنماط التصريف المائي في أودية الدراسة فتعد أودية؛ الجرة والشقيق من لأودية التي تجري فيها المياه عقب سقوط الأمطار في فصل الشتاء. أما وادي الموجب،

والكرك، وابن حماد فتحتوى على جريان مائي دائم، ويعود السبب في الاختلاف في كمية التصريف المائي في أودية الدراسة إلى الاختلاف في مساحة الحوض النهري بالإضافة إلى معدل الأمطار الهاطلة على الحوض. جدول(5)حيث بيانات الجدول عن أودية الموجب ، الكرك ، ابن حماد مصدره: دراسة العنانزة،1999م، دراسة عودة (1987). أما أودية الجرة والشقيق فمن حسابات الباحث كما يلي:

$$V = \sum_{i=1}^{n} Ai.pi$$ حيث

V= حجم المطر الهاطل على الحوض

Ai= المساحة الجزئية للحوض بين خطي المطر

Pi= معدل المطر على المساحة الجزئية

أما الجريان الخارج من الحوض فقد تم تقديره كما يلي:

$RO = \mu V$ حيث:

RO= الجريان من الحوض

μ = معامل الجريان للحوض واخذ بحدود 6% لأودية الشقيق والجرة للانحدار الشديد ولقلة الغطاء النباتي

V= حجم المطر الهاطل على الحوض.

جدول رقم (5)

بيانات هيدرولوجية عن أحواض أودية الدراسة

الوادي	مساحة الحوض كم2	معدل الأمطار ملم/السنة	التصريف المائي م م3/السنة	نوع الجريان
الموجب	6800	170	83	دائم
الشقيق	70	190	1	موسمي
الجرة	37	150	0.60	موسمي
ابن حماد	130	225	130	دائم
الكرك	216	260	18	دائم

7.4. خصائص المجاري النشطة في دلتاوات أودية الدراسة

يتعرض سطح البحر الميت حاليا إلى عملية هبوط مستمر كمستوى أساس للأودية عينة الدراسة، وقد اثر هذا الهبوط على الخصائص الانحدارية للـ دلتاوات والمجاري المائية النشطة على أسطحها، وقد قام الباحث بتقييم الخصائص الانحدارية للمجاري المائية النشطة وذلك بحساب معدل التضرس بالاعتماد على منسوب مخارج الأودية، ومنسوب المصب من و قراءات جهاز GPS. ونسبة الانحدار ومعامل التقوس و تم اعتماد المسافة الممتدة من مخارج الأودية لغاية المصب كمسافة أفقية لطول المجرى المائي، وتم استخلاصها من القياس الميداني المباشر،والصور الجوية:1 :25000ملون عام .2000، (6،7) أما درجة الانحدار فقد نتم إيجادها كما يلي:

$$S = \left[Vh \left(\frac{180^\circ}{\pi} \right) \right] / L$$

S. درجة الانحدار

Vh الفرق في الارتفاع بين نقطتين

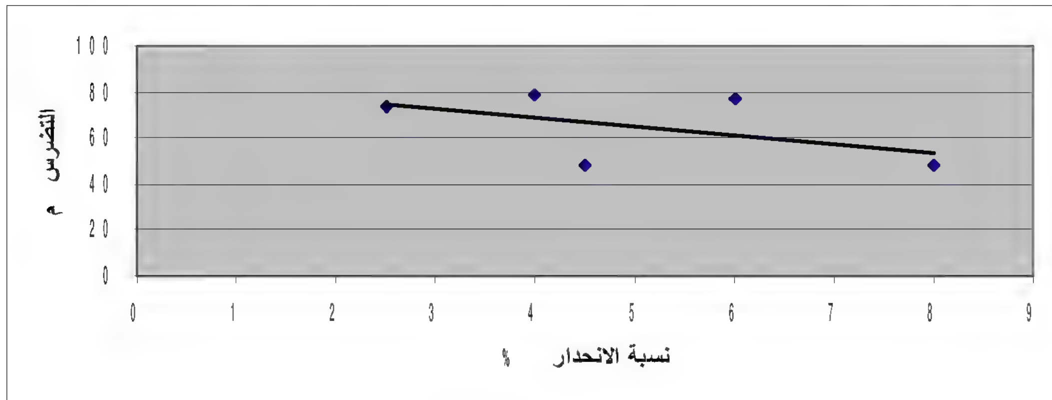
L. طول المجرى المائي.

جدول رقم (6)

الخصائص الانحدارية للمجاري المائية النشطة على أسطح دلتاوات أودية الدراسة

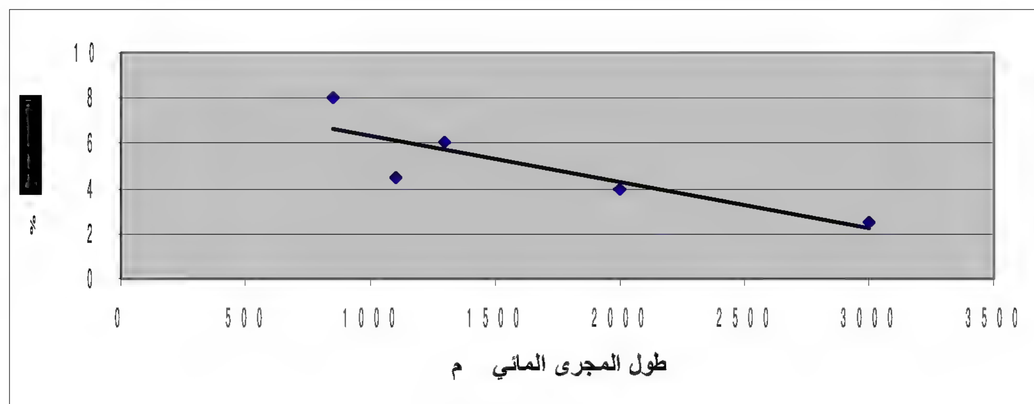
الوادي	أعلى منسوب (م)	أدنى منسوب (م)	التضرس(م)	طول المجرى المائي النشط (م)	درجة الانحدار(0)	نسبة الانحدار %
الكرك	-344	419-	74	3000	1.41	2.5
ابن حماد	-339	419-	79	2000	2.26	4
الجرة	-341	419-	77	1300	3.39	6
الشقيق	-370	419-	48	1100	2.50	4.5
الموجب	-370	419-	48	850	3.23	8

وبينت الدراسة وجود علاقة سلبية ما بين نسبة الانحدار(التضرس÷ طول المجرى المائي) و معدل التضرس من جهة وما بين طول المجرى المائي ونسبة الانحدار الأشكال(31، 32)



شكل رقم(31)

العلاقة بين نسبة الانحدار ومعدل التضرس



شكل رقم(32)

العلاقة بين نسبة الانحدار و طول المجرى المائي.

جدول (7) عدد القطاعات المحدبة والمقعرة والمستوية في المجاري المائية النشطة منطقة الدراسة والنسب المئوية لها و قد تم احتساب معامل التقوس على النحو التالي:

$$T = \frac{\beta 1 - \beta 2}{L}$$ (الدليمي، 2005)

T .معامل التقوس

$\beta 1$ درجة الانحدار السفلى

$\beta 2$ درجة الانحدار العليا

L. طول المجرى المائي بين النقطتين(م)

واعتمادا على نتائج معامل التقوس تم تقسيم القطاعات إلى أجزاء محدبة ومقعرة حيث تشير القيم الموجبة إلى أن العنصر محدب شكل، والقيم السالبة إلى أن العنصر مقعر الشكل

جدول رقم(7)

النسب المئوية للقطاعات المحدبة والمقعرة والمستوية في المجاري المائية النشطة

الوادي في مجراه الأدنى	القطاعات المحدبة	القطاعات المقعرة	القطاعات المستوية	نسبة للتحدب%	نسبة للتقعر%	نسبة للمستوية%
الكرك	3	3	1	43	43	14
ابن حماد	2	4	1	29	57	14
الجرة	1	4	0	20	80	0
الشقيق	3	3	0	50	50	0
الموجب	1	3	0	25	75	0

وتنتشر القطاعات المقعرة عند منطقة المصب لجميع أودية الدراسة، ويعود السبب إلى الهبوط المستمر لمستوى الأساس والمتمثل في البحر الميت. وبسبب طول المجرى وطول المسافة التي تراجع عنها البحر الميت في أودية الكرك، وابن حماد وجد قطاع مستوٍ في تلك الأودية في حين تخلو الأودية الأخرى من القطاعات المستوية. وترتفع نسبة التحدب في وادي الجرة بسبب كثافة الترسيب وكبر حجم الرواسب وقلة التصريف المائي. ويعود السبب في تماثل عدد القطاعات المحدبة والمقعرة في أودية الدراسة إلى الهبوط في مستوى الأساس والمتمثل في البحر الميت، إضافة إلى الترسيب المستمر من قبل الأودية في الأحواض الدنيا .

وعند توالي انخفاض مستوى البحر الميت خصوصا بعد عقد الستينات عمقت الأودية المجاري المائية بالقرب من بيئة المصبات، وسيادة خاصية النحت التراجعي للأودية باتجاه المنابع والتعميق الرأسي شكل (33). ومن القياسات الميدانية وجد أن معدل التعميق الرأسي في أودية الدراسة(الأحواض الدنيا) مختلف بسبب اختلاف مقدار التصريف المائي، والغطاء النباتي، ومكونات السطح، جدول (8)

الوادي	متوسط مقدار التعميق الرأسي في جسم الدلتا(م)
الكرك	2.20
ابن حماد	1.60
الجرة	3
الشقيق	3.20
الموجب	6

جدول رقم(8)

متوسط مقدار التعميق الرأسي في دلتاوات أودية الدراسة



شكل رقم(33)

التعميق الرأسي لوادي الجرة بتاريخ 2006/1/22

8.4. التطور الجيومورفولوجي للأشكال الأرضية

1.8.4. تشكل الدلتاوات

لقد كان للظروف المناخية التي سادت المنطقة في العصور الجيولوجية المختلفة والتي تمثلت بتعاقب فترات رطبة، وأخرى انتقالية في البلايستوسين والجفاف في العصور الحديثة(عابد،1985) تأثير كبير على جيومورفولوجية منطقة الدراسة تمثلت في زيادة النحت المائي في الفترات الرطبة سواء النحت الجانبي أو التعميق الرأسي، وانخفاض مستوى الأساس(البحر الميت) في فترات الجفاف، وقد ارتبط تشكل دلتاوات أودية الدراسة بتوالي هبوط مستوى الأساس والمتمثل ببحيرة اللسان سابقا، والبحر الميت حالياً؛ إذ كان مستوى بحيرة اللسان يتذبذب ارتفاعا وانخفاضا، طوال فترة عمر البحيرة والتي سبقت مرحلة البحر الميت الحالي، فقد تراوح مستوى سطح البحيرة ما بين 330 و 180 م تحت مستوى سطح البحر خلال 55 ألف سنة مضت(Y، Bartov،et al ،2000) وقد بدأ تشكل دلتاوات الساحل

الشرقي للبحر الميت، في فترة انحسار بحيرة اللسان و تشكل البحر الميت الحالي. وقد آثرت بحيرة اللسان التي سبقت مرحلة البحر الميت في تشكل دلتاوات الأودية من خلال تذبذب مستوى سطح البحيرة ارتفاعا وانخفاضا، مما أدى إلى انتشار رسوبيات بحيرة اللسان خلال المنافذ المنتشرة على طول الحافة الانكسارية وهي المجاري المائية للأودية، وقد بينت الدراسة انتشار رسوبيات بحيرة اللسان في أودية الكرك وابن حماد حتى ارتفاع 250م تحت مستوى سطح البحر (الدراسة الميدانية) ومن القياسات الميدانية التي قام بها الباحث بواسطة جهاز GPS للدلتاوات أودية الدراسة تبين أن المعدل العام للارتفاع لا يزيد عن 370 م تحت مستوى سطح البحر. وهو الارتفاع الذي تأرجح عنده مستوى سطح البحر الميت خلال التسعة آلاف سنة الماضية وهي الفترة التي تقارب عمر البحر الميت الحالي(عودة،1994) . مما يعني إن دلتاوات أودية الدراسة تشكلت فوق رسوبيات بحيرة اللسان، فإذا ما تم الانتقال شرقا إلى مخارج الأودية تبين انتشار رسوبيات اللسان تحت الترسبات الخشنة، والتي جلبتها الأودية أثناء فيضانها، وهذا يعني أن أودية الدراسة كانت موجودة قبل مرحلة البحر الميت، أي منذ مرحلة بحيرة اللسان.

وقد تأثرت منطقة الدراسة بحركة التضاغط والتي نشأت عن الحركة الأفقية على طول الصدع الممتد باتجاه شمالي جنوبي، على الساحل الشرقي للبحر الميت حيث أن طبيعة تلك الحركة بالاتجاه الأفقي يرافقها حركات شد، تكونت الصدوع العرضية والتي تتم الإزاحة عليها مما يؤدي إلى تكون أحواض وقيعان منخفضة (Bender،1974). وقد اتخذت أودية الدراسة الصدوع العرضية بمثابة أساس لجريانها على شكل قنوات نهرية كما في وادي الكرك، والموجب، وابن حماد والتي تتميز بالعمق في مجاريها، وبعضها اتخذ من الشقوق، والمفاصل مجاري مائية له مثل؛ أودية الشقيق، والجرة.

وتتعدد الأشكال الجيومورفولوجية السائدة في الأحواض الدنيا لأودية الدراسة، والتي تعتبر بمثابة نتاج لعمليات جيومورفولوجية تراكمية لسجل جيولوجي طويل،

وعمليات فجائية ناتجة عن التغير الفجائي في النظام الفيضي. ومن الدراسة الميدانية وتحليل الصور الجوية لمنطقة تبين وجود أشكال جيومورفولوجية بعضها يعد من مؤشرات القدم، والأخر من الأشكال حديثة التكوين.

2.8.4. الأشكال الأرضية قديمة التكوين

بينت الدراسة وجود العديد من الأشكال الجيوموفولوجية قديمة التكوين في منطقة الدراسة منها:

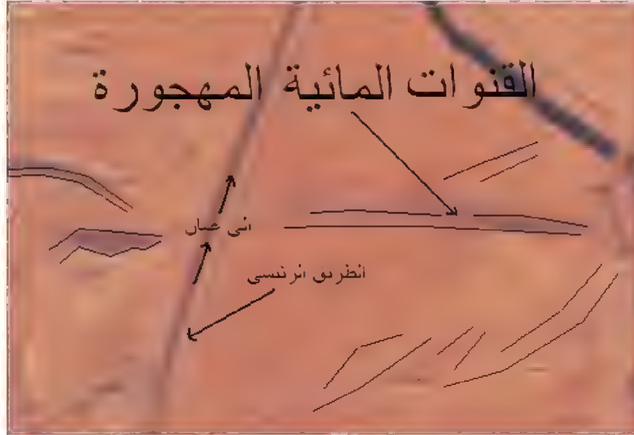
1. المصاطب البحرية الساحلية، نتجت المصاطب البحرية عن تراجع مستوى البحر الميت، وتظهر على شكل مدرجات أرضية تمتد على خط الساحل وتتميز بقصر واجهاتها البحرية(سلامة.2004)، وقد بينت الدراسة وجود العديد من المصاطب البحرية واضحة المعالم في دلتاوات أودية الشقيق، والموجب. فقد بلغ عدد المصاطب البحرية على جانبي دلتا وادي الشقيق14 مصطبة، في حين بلغ عددها في دلتا وادي الموجب 12 مصطبة، وقد عكست تلك المصاطب فترات انحسار منسوب البحر الميت وذلك بانتشار ترسبات البحر الميت الكتارية والأملاح المختلفة شكل (34).
2. القنوات المهجورة فوق دلتاوات أودية الدراسة، من دراسة الصور الجوية والدراسة الميدانية ، تبين وجود العديد من المجاري المائية المهجورة فوق أسطح دلتاوات أودية الدراسة، والتي كانت لفترة سابقة من الزمن أودية نشطة أصبحت مهجورة بفعل تغير المجرى المائي، بسبب اختلاف كمية التصريف المائي، إضافة إلى هبوط مستوى الأساس، وقد تسبب النشاط البشري (الزراعة والمحاجر،منشآت سياحية) على دلتاوات أودية الدراسة بإخفاء معالم القنوات المهجورة، وأمكن ملاحظة بعضها على الصور الجوية خصوصا في دلتا وادي الشقيق الأقل تأثرا بالأنشطة البشرية،شكل(35).



شكل رقم(34)

صور جوية مصغرة ملونة لعام 2000 تظهر مصاطب ساحلية في دلتـــا وادي الشقيق.

المصدر: المركز الجغرافي الملكي



شكل رقم (35)

صور جوية مصغرة ملونة لعام 2000 تظهر القنوات المائية المهجورة في دلتا وادي الشقيق.

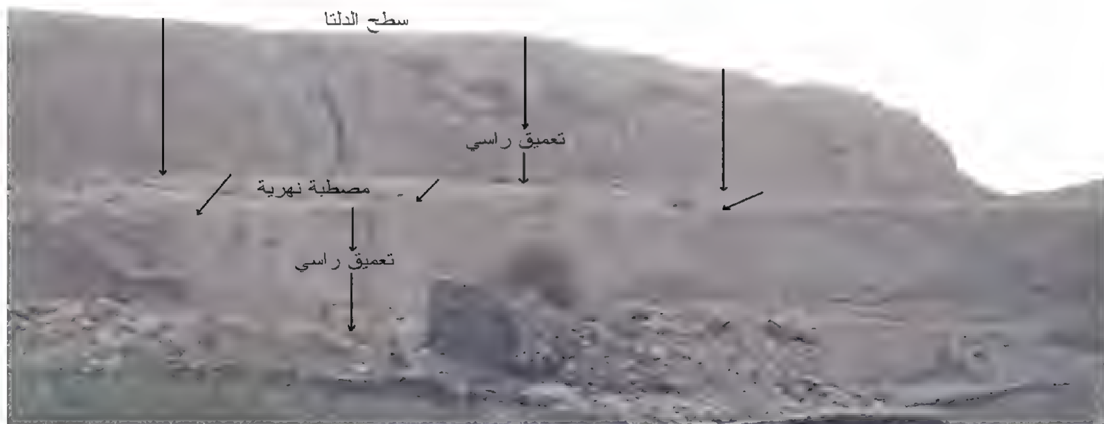
المصدر: المركز الجغرافي الملكي

3. المصاطب النهرية، تعرف المصاطب النهرية أنها أشرطة رسوبية أو صخرية على جانبي النهر نتجت عن تعاقب الدورات المناخية، أو بسبب الهبوط التكتوني في بيئة المصب،(سلامة،2004)،.وقد درس(1996) Odeh and Salameh المصاطب النهرية في وادي الهيدان(رافد رئيس لنهر الموجب) حيث أكدا على أن السبب في تكون مصاطب وادي الهيدان يرجع إلى هبوط مستوى البحر الميت، إضافة إلى التغيرات المناخية. وقد بين العواودة(2005) أن مصاطب الساحل الشرقي للبحر الميت تكونت بفعل استمرار عمليات التعميق الرأسي بسبب هبوط مستوى سطح البحر الميت إضافة إلى التذبذبات المناخية . وفي منطقة الدراسة أدى هبوط مستوى البحر الميت إلى ازدياد عملية التعميق الرأسي، والنحت الجانبي مما أدى إلى تكون مصاطب نهرية

في دلتاوات أودية الدراسة من النوع الرسوبي. ومن الدراسة الميدانية تبين وجود أربع مصاطب نهرية أحادية الجانب، ومصطبة واحدة ثنائية الجوانب في دلتا وادي الشقيق حول المجرى النشط شكل(36) ويعود السبب في تكون المصاطب احادية الجانب في دلتا وادي الشقيق إلى عامل الفيضانات المتكررة وانحراف المجرى المائي إلى جهة الشمال بسبب الزحزحة الأفقية وانخفاض مستوى سطح البحر الميت.

أما في وادي الموجب فأنة نتيجة التعميق الرأسي و النحت الجانبي أدى إلى تكوين مصاطب نهرية ثنائية الجانب في وسط المجرى أحادية الجانب قرب المصب ويرتبط تشكل المصاطب ثنائية الجوانب بتعاقب الدورات المناخية وتسمى بالمصاطب متعددة الدورات(سلامة،2004). و في أودية الكرك، وابن حماد والجرة، فتنتشر المصاطب النهرية في مواقع مختلفة على جوانب المجاري المائية النشطة معظمها أحادية الجانب بمواقع وأعداد مختلفة، حيث بينت الدراسة وجود مصطبتان احادية الجانب في دلتا وادي الجرة، وثلاث مصاطب في احادية الجوانب دلتا وادي الكرك في حين بينت الدراسة وجود مصطبة ثنائية الجوانب في دلتا وادي ابن حماد .

4. الأودية الاخدودية، تتصف مخارج أودية الدراسة بأنها من النوع الاخدودي ألخانقي الضيق فقد أدى هبوط مستوى الأساس، وتعاظم عمليات النحت الرأسي، والتراجعي، إلى أن تتخذ جميع مخارج أودية الدراسة شكل الاخدودي الضيق، بسبب انتشار الصخور الصلبة عند مخارج الأودية، وهبوط مستوى الأساس، مما أدى إلى أن تعمق الأودية مجاريها للوصول إلى مستوى الأساس، والأشكال،(37،38) تظهر تعاظم التعميق الرأسي في مخرج وادي ابن حماد بسب هبوط مستوى الأساس، وشكل الخانقي لمخرج وادي الشقيق.



شكل رقم (36)

مصطبة نهرية أحادية الجانب في دلتا وادي الشقيق بتاريخ 2006/2/20



شكل رقم (37)

التعميق الرأسي في مخرج وادي ابن حماد. بتاريخ 2006/2/27



شكل رقم (38)

المخرج الاخدودي لوادي الشقيق بتاريخ 2006/2/27.

3.8.4. الأشكال الجيومورفولوجية حديثة التكوين

تنتشر الأشكال الجيومورفولوجية حديثة التكوين في منطقة الدراسة ومنها:

1. مخاريط الإرساب الرملية. تتعرض مناطق المصاطب الرسوبية للانهيار بسبب عملية التعميق الرأسي بسبب هبوط مستوى الأساس، والنحت الجانبي بسبب الفيضانات وتعد بذلك من المناطق الخطرة للاستخدام البشري بسبب تعرضها للانهيار وخير دليل على ذلك ما حدث لدلتا وادي الموجب في فيضان 3 نيسان، حيث انهارت أجزاء كبيرة من المصاطب الرسوبية المعرضة للانهيار خصوصا وان رواسب القطاعات الرأسية للدلتاوات تحتوى على قطاعات من الرمال الخشنة المفككة والتي تنهار عند تعرضها للفيضانات مما يؤدي إلى انهيار الطبقات التي تعلوها.

2. اللاجونات(البحيرات الساحلية) وهي عبارة عن حواجز من الرواسب تتكون بالقرب من مصب الوادي تحجز خلفها القليل من مياه البحر (سلامة،2004) وتعد بذلك السنة لنمو الدلتا وتوسعها فعندما يمتلئ جسم الاجون بالرواسب يصبح جزء من الدلتا. وقد وجدت مثل تلك الأشكال في أودية الموجب والكرك وابن حماد. شكل(39) يوضح تكون لاجون بحيري في دلتا وادي الموجب.



شكل رقم (39)

لاجون بحري عند مصب وادي الموجب بتاريخ 2006/1/25

3. المستنقعات.وهي عبارة عن حواجز رسوبية ناتجة عن تخلص مياه السيول من رواسبها بسبب هبوط مستوى الأساس، وتنتشر مثل هذه الأشكال في مصبات أودية الكرك، وابن حماد، والجرة، وتحتجز خلفها بعض المياه علـــى شـــكل مستنقع ما يلبث أن يجف بعد انقطاع مصدر ا لمياه. ومن الدراسة الميدانيـــة تبين أن المناطق التي انحسر عنها البحر في مصبات أودية الكرك وابن حماد، والجرة تحتفظ بالمياه على شكل مستنقعات لزجة تغرق الأقدام في حال السير عليها. وتتكون من طين لزج بنى قاتم اللون وهو ما سبق الإشارة إلية بطـــين البحر الميت

4. الانخسافات وحفر الإذابة Subsidence and Sinkholes

تنتشر في منطقة الدراسة العديد من حفر الإذابة والانخسافات الأرضية والتي تكونت بفعل انخفاض مستوى سطح البحر الميت، وما نتج عنة من زيادة في سرعة جريان المياه الجوفية الناتجة عن الميل الهيدروليكي باتجاه البحر من الشرق إلى الغرب، مما أدى إلى زيادة طاقة المياه الحركية، حيث أذابت الطبقات الملحية داخل فراغان الرواسب حديثة التكوين، مما أدى إلى انهيارها في بعض المناطق التي تركزت فيها عملية الإذابة(الوحوش،2005).ومن الدراسة الميدانية تبين وجود العديد من حفر الإذابة والانخسافات الأرضية في دلتاوات أودية الكرك، وابن حماد، والجرة الأشكال (42،41،40) وتتسبب حفر الإذابة والانخسافات الأرضية في تهديد ممتلكات المواطنين ومزارعهم إضافة إلى تهديد الثروة الحيوانية.ومن مخاطر حفر الإذابة في منطقة الدراسة، التأثير المباشر على استخدام الأرض في المجال السياحي، والصناعي، حيث يوجد مصنع النميرة لأملاح البحر الميت في اكثر مناطق الدراسة تأثرا بحفر الإذابة فقد أحصى الباحث ما يزيد عن اثنتا عشرة حفرة إذابة وانخساف ارضي تحيط بالمصنع من الشمال والشرق في دلتاوات أودية الجرة وابن حماد. وتقوم سلطة وادي الأردن باستمرار بعملية ردم لحفر الإذابة التي تقع وسط المزارع وعلى الطريق العام وهنالك مشروع يدرس حاليا في سلطة وادي الأردن من اجل استملاك حوض(47) شمال غور الحديثة وتعويض المزارعين بأراضي جديدة للحفاظ على أرواحهم وممتلكاتهم.(سلطة وادي الأردن، 2006). وقد بينت الدراسة أن المناطق التي انحسر عنها البحر الميت بشكل أفقي تحتوى على حفر إذابة كما في دلتاوات الكرك، وابن حماد، والجرة، في حين تخلو دلتاوات أودية الشقيق والموجب من تواجد حفر الإذابة بسبب تراجع البحر عن الأراضي الشاطئية بشكل عامودي.



شكل رقم (40)

بداية تشكل حفرة إذابة في دلتا وادي الكرك بتاريخ2006/3/18



شكل رقم (41)

حفر الإذابة في الحد الفاصل بين دلتا وادي الجرة وابن حماد في غور حديثة بتاريخ 2006/2/7



شكل رقم (42)

حفرة إذابة وسط المزارع في دلتا وادي بن حماد بتاريخ 2006/1/12

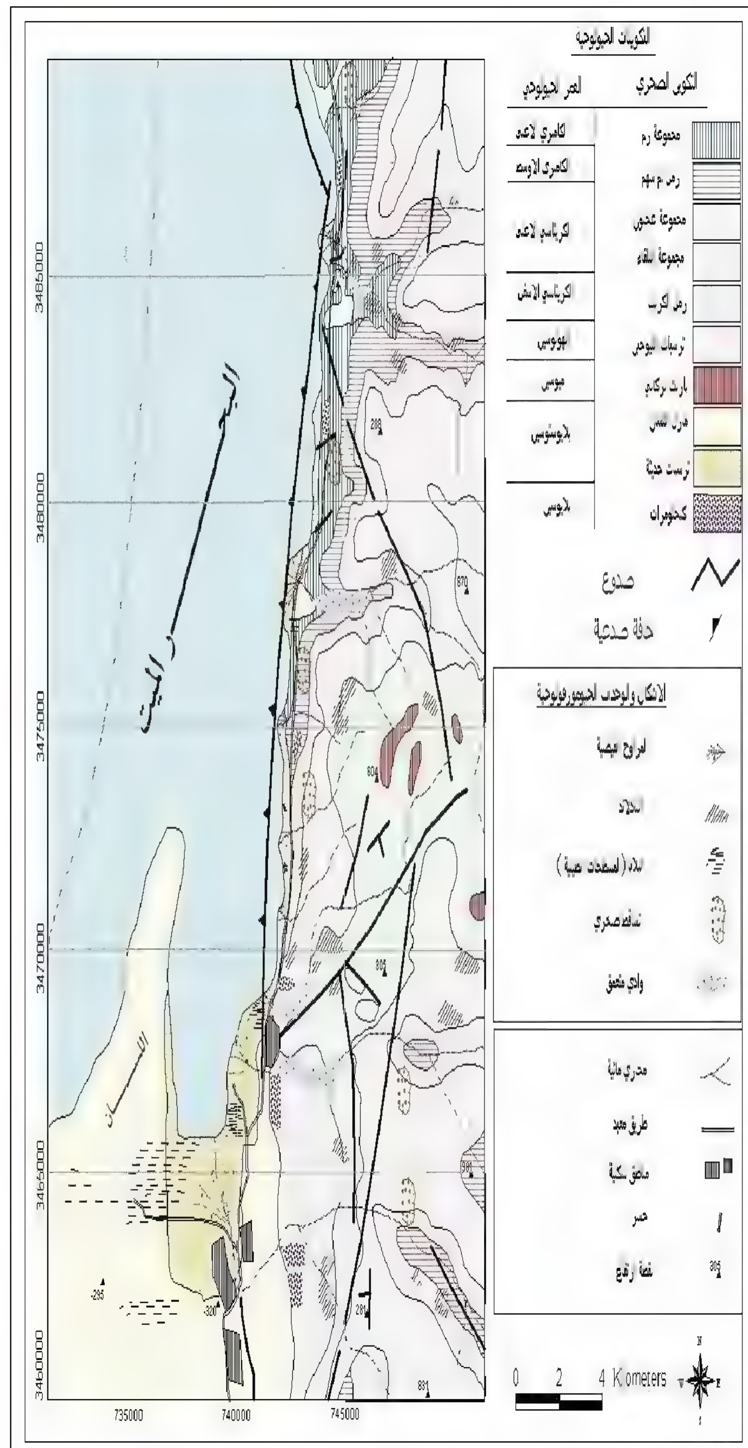
وقد تأثرت الأشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة بالاستخدام البشري للأرض. حيث تتعرض أسطح دلتاوات أودية الدراسة حاليا إلى عملية استخدام بشري واضح مما أدى إلى التأثير على جيومورفولوجية أسطح الدلتاوات، ومن هذه الأعمال: الاستخدام الزراعي، الاستخدام الصناعي، الاستخدام السكني، وأعمال الحفر لاستخراج رمل البناء. حيث تبين من الدراسة الميدانية أن معظم أسطح دلتاوات الكرك، وابن حماد والموجب، تتعرض إلى استخدم بشري فيما يتعلق بأعمال الزراعة، مما أدى إلى حصر المجاري المائية في مجرى مائي محددو نتيجة إقامة

الجسور، والعبارات، مما زاد في قوة الماء الحتية نتيجة حسرة في مجرى محدد، حيث تتعرض المزارع على جانبي المجاري المائية النشطة إلى انجراف وغمر من بمياه الفيضانات في فصل الشتاء. وقد اثر استخدام الأرض لأعمال إقامة المحاجر الاستخراج رمل البناء بشكل واضح على جيومورفولوجية دلتا وادي الشقيق، وتتأثر حاليا دلتا وادي الجرة باستخدام المنطقة المحيطة بها لاستخراج رمل البناء مما سوف يؤثر مستقبلا على جيومورفولوجية دلتا وادي الجرة. ونتيجة استمرار هبوط مستوى سطح البحر الميت، تتعرض الجسور والعبارات إلى خطر التدمير نتيجة سرعة الماء الناتجة عن هبوط مستوى الأساس، وحسر الماء في مجرى محدد وخير مثال على ذلك الأضرار التي لحقت بجسر وادي الموجب بعد فيضان 3 نيسان 2006 واستمرار تصدع الجسر المقام على وادي ابن حماد في غور حديثة شكل(43). ويتضح مما سبق تعدد وتنوع الأشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة سواء القديمة أو الحديثة من حيث تنوع العمليات الجيومورفولوجية التي أثرت لفترات زمنية طويلة، وقد قام الباحث بإعداد خارطة جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة،شكل(44).



شكل رقم (43)

التصدعات في أعلى الجسر المقام على وادي ابن حماد غور حديثة بتاريخ 2006/4/46



شكل (44)الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر: الخرائط الجيولوجية 1: 250000 والطبوغرافية1: 100000 .
والصور الجوية 1: 25000 لسنوات متعددة، والعمل الميداني .

9.4. اثر انحسار البحر الميت في تطور دلتاوات الأودية

1.9.4. التغير المساحي في دلتاوات أودية الدراسة

أدى تراجع مستوى البحر الميت إلى انكشاف مساحات من الأراضي كانت مغمورة سابقا بالمياه، مما أدى إلى انتقال رواسب دلتاوات الأودية إلى مكان التراجع بفعل فيضانات الأودية، إضافة إلى ترسيب ما تحمله الأودية من حمولة فوق تلك المساحات. ويعتمد مقدار انحسار المياه عن الأراضي الساحلية في منطقة البحر الميت على مقدار الانحسار في مستوى سطح البحر الميت، وزاوية التقاء اليابسة مع البحر. ففي المناطق ذات السطح المستوي تتراجع المياه بشكل أفقي، مما يؤدي إلى أن تزداد مساحات الأراضي التي يتراجع عنها البحر. أما في المناطق التي تشكل زاوية شبة قائمة عند التقائها مع البحر تتراجع المياه بشكل عمودي، وبالتالي تقل مساحات الأراضي التي يتراجع عنها البحر. وقد حسب عودة، عام (1987) مقدار المسافة المكتسبة على حساب البحر الخاصة بالدلتا اعتمادا على العلاقة آلاتية: ف= ع/ظل زاوية انحدار السطح الأصلي . حيث ف تمثل مقدار المسافة المكتسبة على حساب البحر. ع مقدار هبوط سطح البحر.وقام الباحث باستخدام الصيغة الآتية الحساب المسافة المكتسبة على حساب البحر :

A
h
B
α
C

$$BC = \frac{h}{\tan \alpha}$$

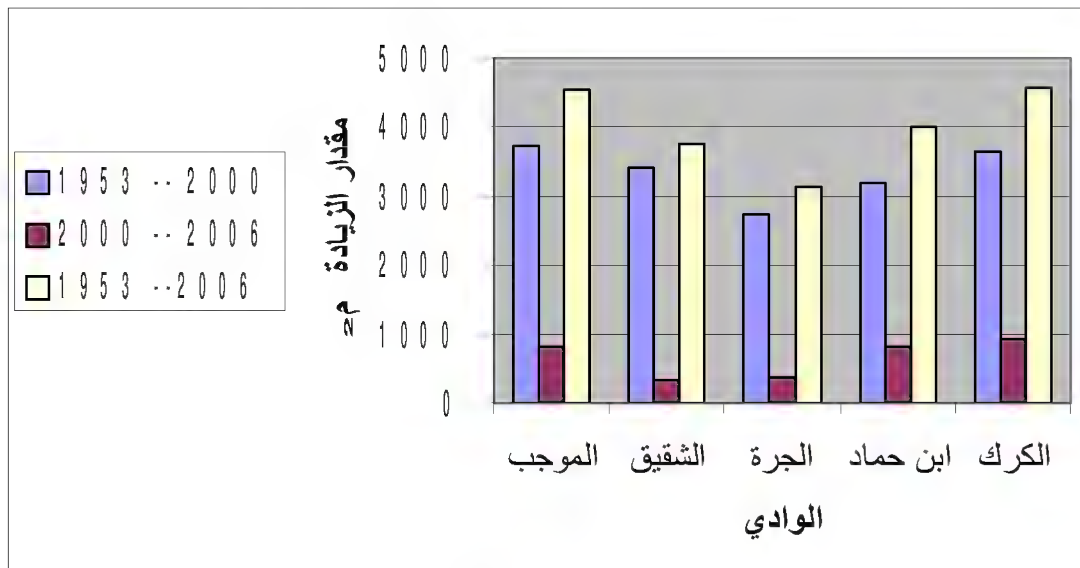
وتم تطبيق العلاقة السابقة على أودية الدراسة، وبمعرفة طول محيط الدلتا المتاخم للبحر، والذي تم قياسه ميدانيا باستخدام شريط القياس لغايات احتساب المساحة لعام 2006، وقام الباحث بتحديد المصاطب البحرية لعام 1953 وذلك بتحديد خط الساحل الذي بلغ ارتفاعه 393م تحت مستوى سطح البحر، بواسطة جهاز GPS، لتحديد الانحدار الأصلي قبل هبوط مستوى الماء، أمكن التوصل إلى تقدير

مساحة دلتاوات أودية الدراسة على ضوء العلاقة السابقة . وقد قام الباحث بحساب مساحة دلتاوات أودية الدراسة من الصور الجوية عام 1953 وعام 2000 لمقارنة الزيادة التي حصلت في المساحة وتطبيق العلاقة السابقة.جدول(9)وشكل(45)

جدول رقم (9)

التطور المساحي في دلتاوات أودية الدراسة من عام 1953 إلى عام2006

الوادي	مساحة الدلتالعام1953 كم2	مساحة الدلتالعام2000 كم2	بتطبيق لعام 2006 كم2
الكرك	2.900	3.294	3.415
ابن حماد	2.488	2.870	2.980
الجرة	0.875	1.150	1.288
الشقيق	1.990	2.332	2.366
الموجب	0.789	1.070	1.152

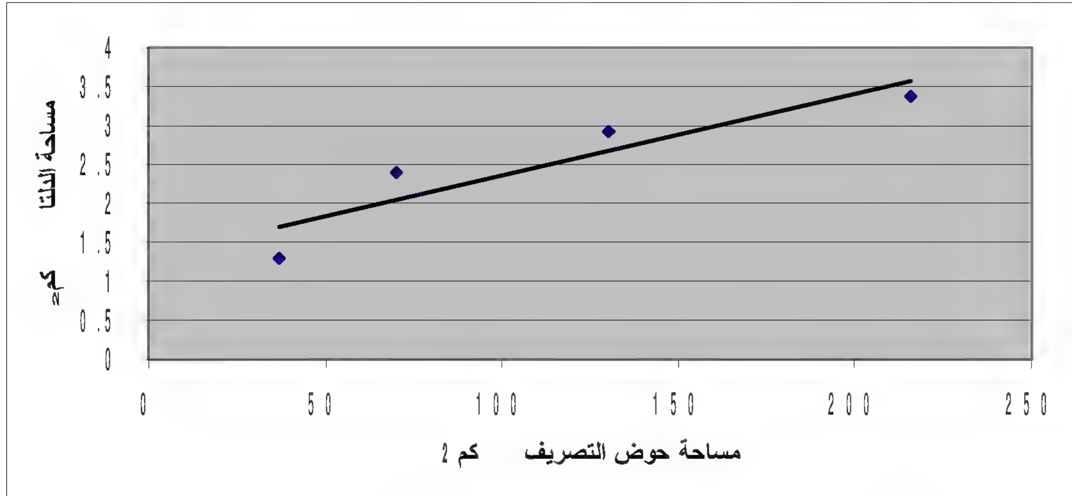


شكل رقم (45)

مقدار الزيادة في مساحة دلتاوات أودية الدراسة من عام 1953 إلى عام 2006

ومع استمرار هبوط مستوى سطح البحر الميت من عام 1953 إلى عام 2006 بمقدار 26م إذ بلغ مستوى سطح البحر الميت عام 1953 بحدود 393م تحت مستوى سطح البحر، بينما بلغ عام 2000 414م تحت مستوى سطح البحر، وعام 2006 419م تحت مستوى سطح البحر (شركة البوتاس العربية، 2006). ازدادت مساحة دلتاوات أودية الدراسة كما تم توضيحه في جدول (9) و شكل (45) حيث نلاحظ أن مقدار الزيادة في مساحة دلتاوات أودية الدراسة من عام 1953 إلى عام 2006 له علاقة بشكل تراجع المياه على الساحل، و مساحة الحوض النهري. ففي مصبات أودية الكرك، وابن حماد، والجرة، تتراجع المياه بشكل أفقي بسبب استواء السطح وضحالة عمق المياه، مما أدى إلى أن تزداد المساحات المكتسبة على حساب البحر، وبالتالي ازدياد مساحة دلتاوات الأودية. أما في أودية الشقيق، والموجب، فترتفع أسطح الدلتاوات عن سطح البحر لتطل بجروف على البحر، مما يؤدي إلى تراجع المياه بشكل عمودي، وبالتالي صغر مساحة الأراضي التي ينحسر عنها البحر في منطقة المصبات لهذه الأودية مقارنة بالمناطق ذات التراجع الأفقي . أما عن عامل مساحة حوض التصريف المائي في التأثير على زيادة مساحة دلتاوات الأودية فقد بينت الدراسات المشابهة من حيث الموضوع وجود علاقة إيجابية بين مساحة الدلتاوات ومساحة حوض التصريف المائي، ففي دراسة فرحان(1989) للمراوح الفيضية في وادي عربة بينت الدراسة وجود علاقة مباشرة إيجابية بين مساحة أسطح المراوح الفيضية، ومساحة أحواض التصريف المائية التي تنتمي إليها (فرحان،1989). أما دراسة سلامة(1998) فقد بينت أيضا وجود علاقة إيجابية بين مساحة دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت، وأحواض التصريف المائي.كما بينت هذه الدراسة وجود علاقة إيجابية بين مساحة الدلتا للأودية المدروسة ومساحة الحوض المائي شكل(46) . كما بينت الدراسة وجود تذبذب في نسبة مساحة الدلتا إلى حوض التصريف المائي للأودية المدروسة بين 0.016 و3.48% وهي نسبة عالية بالمقارنة مع انهار عالمية معروفة، جدول(10). مما يعني أن أودية الدراسة

تتميز بخصائص عالمية من حيث نوعية الحمولة النهرية، وشدة عمليات انجراف التربة، واختلاف نوعية التكوينات الصخرية التي تطورت فوقها دلتاوات أودية الدراسة.



شكل رقم (46)

العلاقة بين مساحة الدلتا وحوض التصريف في أودية الدراسة

جدول رقم (10)

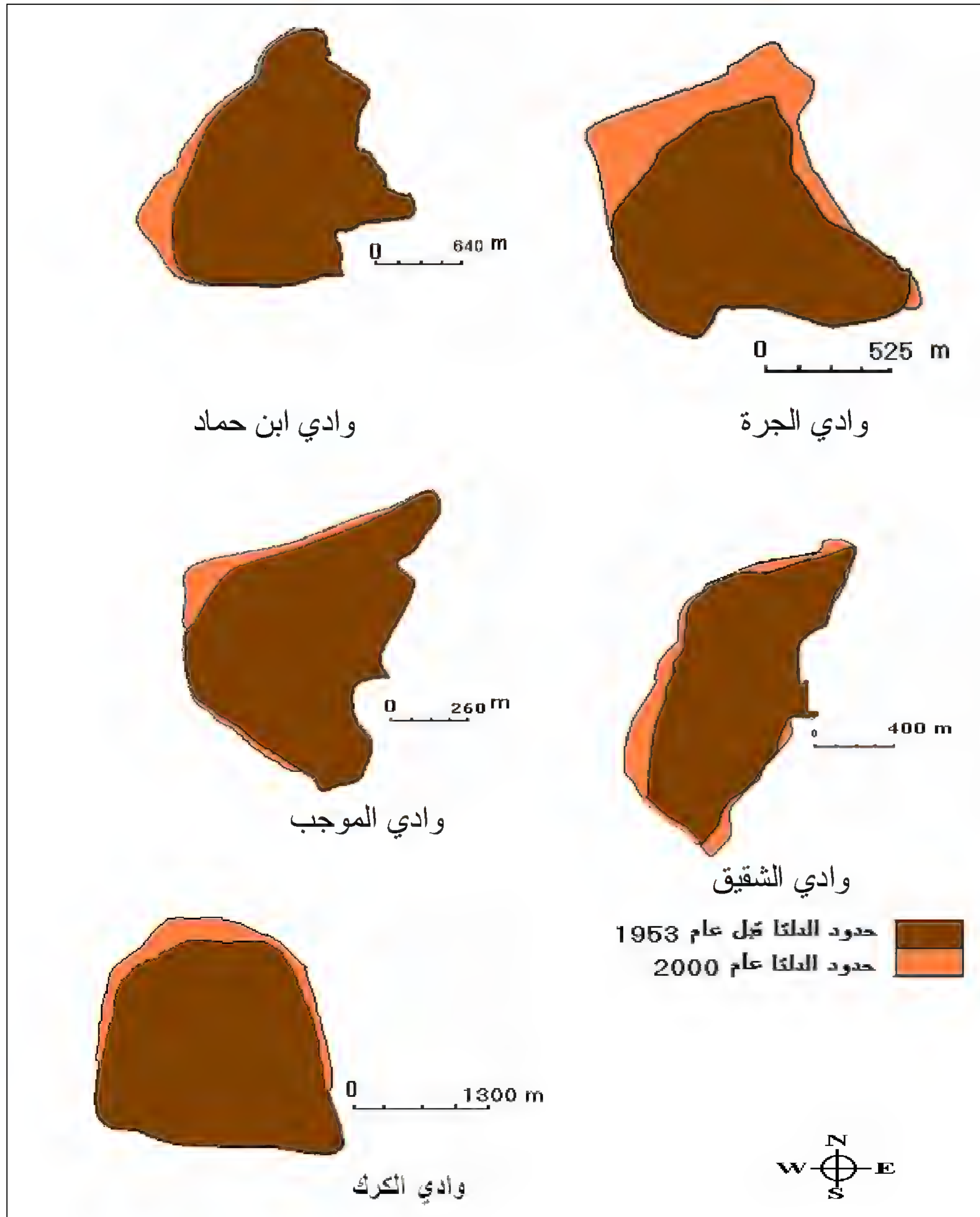
نسبة مساحة الدلتا إلى مساحة حوض التصريف لاودية الدراسة مقارنة بالأنهار العالمية

الوادي	نسبة الدلتا إلى حوض التصريف		النهر
الموجب	0.016	0.6	النيل
الشقيق	3.41	0.4	الدانوب
الجرة	3.48	0.1	الراين
ابن حماد	2.26	0.05	الكونغو
الكرك	1.56	0.8	الميسسبي

المصدر: الأرقام الخاصة بالأنهار العالمية مصدرها دراسة عودة،1998.ص 71

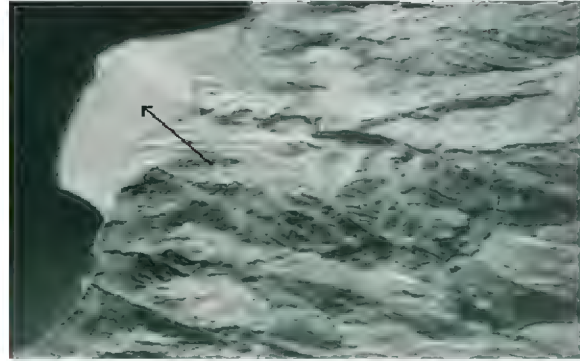
أما عن شذوذ وادي الموجب من حيث تناسب مساحة الدلتا إلى حوض التصريف المائي، فوادي الموجب وهو اكبر أودية الدراسة مساحة للحوض النهري والتي تبلغ 6800كم2،(حيث تزيد مساحة حوض وادي الموجب عن أودية الدراسة بنحو خمسة عشر مرة) فيعد من أصغرها مساحة للدلتا النهرية 1.152 كم2، في حين نجد أن اصغر أحواض أودية الدراسة مساحةً هو وادي الجرة (37 كم2) يتقارب في المساحة مع وادي الموجب، ويعود السبب في ذلك إلى تغير مكان دلتا وادي الموجب بنحو 1600م إلى الشمال من الدلتا الحالية، والتقاء البحر عند الحافة الانكسارية بدلتا وادي الموجب(عودة،1994)، إضافة إلى عمق الماء عند مصب وادي الموجب والذي يزيد عن 150م(عودة،1998).في حين يبلغ أقصى عمق لمصب وادي الجرة حوالي 5 م (Quennell.1959).

وقد أشار كل من(1967) Neev and Emery أن الغياب الحقيقي لدلتا وادي الموجب مردة إلى عمليات الهبوط الصدعي إلى الشمال من شبة جزيرة اللسان بعدة مئات من الأمتار منذ فترة بحيرة اللسان وما زال الهبوط مستمرا، وقد نجم عن هذا الهبوط تكون شبة جزيرة اللسان كجزء مرتفع إلى الشمال الجنوب من خط الهبوط الصدعي(Neev and Emery 1967). ويعتقد الباحث أن مقدار عمق الماء أمام مصبات الأودية، إضافة إلى حركة الزحزحة الأفقية باتجاه الشمال، عوامل مسؤولة عن عدم تناسب مساحة الدلتا ومساحة حوض التصريف المائي. فالهبوط الصدعي مازال محل خلاف بين العلماء فلو كان الهبوط الصدعي مؤكدا فما هو السبب ببقاء دلتا وادي الشقيق بهذا الحجم على الرغم من قربها من دلتا وادي الموجب. شكل(47) يوضح التطور المساحي في دلتاوات أودية الدراسة من عام 1953 إلى عام 2000.والأشكال، (48،49، 50، 51، 52، 53) تعرض صور جوية ولسنوات مختلفة لدلتاوات أودية الدراسة.

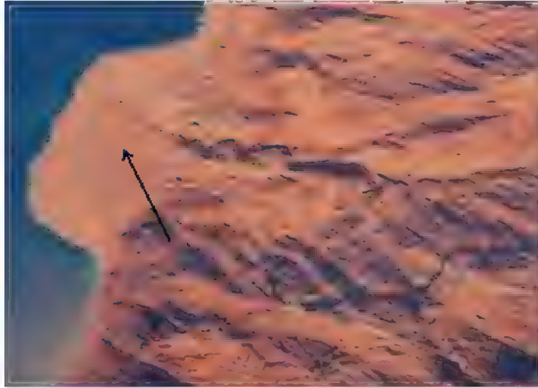


شكل رقم (47)

التطور المساحي في دلتاوات أودية الدراسة من عام1953 إلى عام 2000 .



شكل (48) صورة جوية مصغرة لدلتا
وادي الشقيق غير ملونة عام 1953
المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني



شكل (49) صورة جوية مصغرة لدلتا
وادي الشقيق ملون عام 2000
المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني



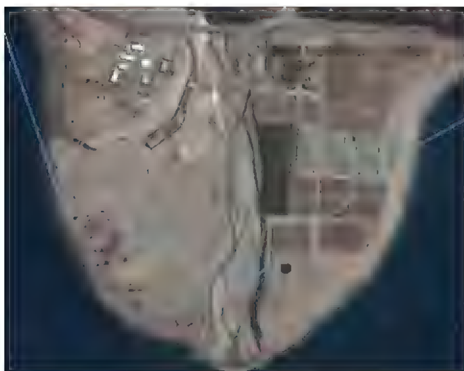
شكل رقم (50) صورة جوية مصغرة لدلتاوات أودية
الجرة وابن حماد غير ملونة عام 1953
المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني



شكل رقم (51) صوره جوية مصغرة لدلتاوات أودية
الجرة وابن حماد ملون عام 2000
المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني



شكل رقم (52) مرئية لدلتاوات أودية الجرة وابن حماد
والكرك عام 2006
المصدر: Googol earth.com



شكل رقم (53) مرئية فضائية لدلتا وادي
الموجب عام2006
المصدر: Googol earth.com

10.4. انحراف مصبات الأودية نحو الشمال

تأثرت الأحواض الدنيا الأودية بالسجل الجيولوجي والتقلبات المناخية والتي سادت لفترات طويلة من الزمن وما زالت مستمرة، وكانت المحصلة لتلك العو امل انحراف مصبات الأودية نحو الشمال على الساحل الشرقي لبحر الميت، حيث تتجه المجاري المائية الحديثة في دلتاوات أودية الدراسة باتجاه الشمال، ويعود السبب في تلك الظاهرة إلى عوامل مناخية، وعوامل تكتونية، أثرت على المنطقة في العصور الجيولوجية السابقة، وتمثلت ف ي العصور المطيرة في البلايستوسين، والاتجاه نحو الجفاف في العصور الحديثة (عابد،1985). أما الحركات التكتونية فقد تمثلت في الحركة الأفقية على طول الصدع الشرقي للبحر الميت منذ بداية الميوسين وما زالت مستمرة (Burdon،1959، Quennell1959). فقد فسرت دراسة (Y, klinger et al.2000)، للمراوح الفيضية في وادي عربة، أن انحراف المراوح الفيضية في وادي عربة نحو الشمال مردة للحركة الأفقية للصفيحة الشرقية للبحر الميت على طول الصدع الممتد من الشمال إلى الجنوب، حيث أن خطوط الترسيب للمراوح الفيضية القديمة تقع إلى الجنوب من المراوح الفيضية الحديثة . وبما أن منطقة الدراسة تقع على الصدع الشرقي للبحر الميت والذي نتج عنة زحزحة أفقية قدرها Quennell ,and Burden بحوالي 107 كم، منها 62 كم حدثت في بدايات الميوسين و البلايستوسين، و 45 كم حدثت منذ أواسط البلايستوسين وما زالت مستمرة. أما مقدار الحركة الأفقية السنوية، فهي محل خلاف بين العلماء فيعتقد بعضهم أن مقدار الحركة الأفقية للصفيحة الشرقية من 2 إلى 6 سم سنويا (Y, klinger et al.2000) وبعضهم قدرها 1 سم في السنة (عابد،1985).ومهما كان مقدار الحركة الأفقية، فان الأو دية قد تعرضت إلى انزياح نحو الشمال تاركة مراوح فيضية قديمة لتبني لها مراوح فيضية جديدة، وتعمق مجاري مائية جديدة تنحرف مصباتها باتجاه الشمال وقد بينت دراسة سلامة، (1985) أن انزياح مصبات

أودية الساحل الشرقي للبحر الميت نحو الشمال مردة إلى الزحزحة الأفقية لل صفيحة الشرقية على طول الصدع الشرقي لساحل البحر الميت.

أما العوامل المناخية فقد عملت جنبا إلى جنب مع العوامل التكتونية في التأثير على انحراف أودية الدراسة نحو الشمال، حيث أدت الفترات المطيرة وفترات الجفاف إلى تذبذب مستوى سطح بحيرة اللسان ارتفاعا وانخفاضا طوال فترة عمر البحيرة خلال 55 ألف سنة مضت، مما جعل مياه البحيرة تطغى على دلتاوات أودية الدراسة بالكامل في فترة ارتفاع منسوب سطح البحيرة، حيث بينت الدراسة انتشار رواسب البحيرة ضمن القطاعات الرأسية في دلتاوات أودية الدراسة، ومناط المجاري المائية المهجورة، وأسطح الدلتاوات القديمة. وعند انحسار مستوى سطح البحر الميت تطورت الدلتاوات الحديثة على أنقاض الدلتاوات البلايستونية القديمة، وتم نقل معظم رواسب الدلتاوات القديمة إلى مكان الدلتاوات الحالية، واختلاطها برواسب فيضانات الأودية الشرقية(عودة،1994)فحسب دراسة عودة (1991) لبعض الدلائل الجيومورفولوجية على انتقال الجزء الأدنى من نهر الموجب منذ نهاية البلايستوسين بينت الدراسة أن وصول بحيرة اللسان إلى منسوب 175م تحت مستوى سطح البحر جعل الفرع المهجور حاليا يصب مباشرة في البحيرة، وبسبب كبر مقدار الحمولة النهرية لوادي الموجب في تلك الفترة، فقد غُمر المجرى القديم بتلك الرواسب مما أدى إلى انسداده بالكامل، مما جعل نهر الموجب يهجر مجراه ليتخذ مجرى جديداً على بعد 1600م إلى الشمال من المجرى القديم. وأضاف عودة،(1994)،إلى أن نهر الموجب قد تغير مجراه نحو الشمال وابتعد عن الدلتا البلايستونية القديمة بمسافة 1600م واعتمد في بناء الدلتا الحالية على الرواسب أثناء فيضان الوادي، بسبب صلابة الصخور في المجرى الأدنى لوادي الموجب، واختلاف كثافة التصريف المائي حسب شدة الفيضان، ووجود فوالق وشقوق باتجاه شرق غرب فقد آدت هذه الأسباب مجتمعة إلى انتقال وأدى الموجب إلى جهة الشمال(عودة،1994).ومن الدراسة الميدانية تبين أن رواسب دلتا وادي الموجب جاءت بشكل انتقائي مما يعني

أن نهر الموجب لم يعتمد على الدلتا القديمة في بناء الدلتا الحالية، بل اعتمد على الحمولة النهرية والتي تعتمد على مقدار التصريف المائي للنهر، إضافة إلى صغر مساحة الدلتا الحالية مقارنة بمساحة حوض التصريف المائي لوادي الموجب، مما يؤكد انتقال نهر الموجب ليبني دلتا جديدة إلى الشمال من الدلتا الحالية شكل (54).



شكل رقم (54)

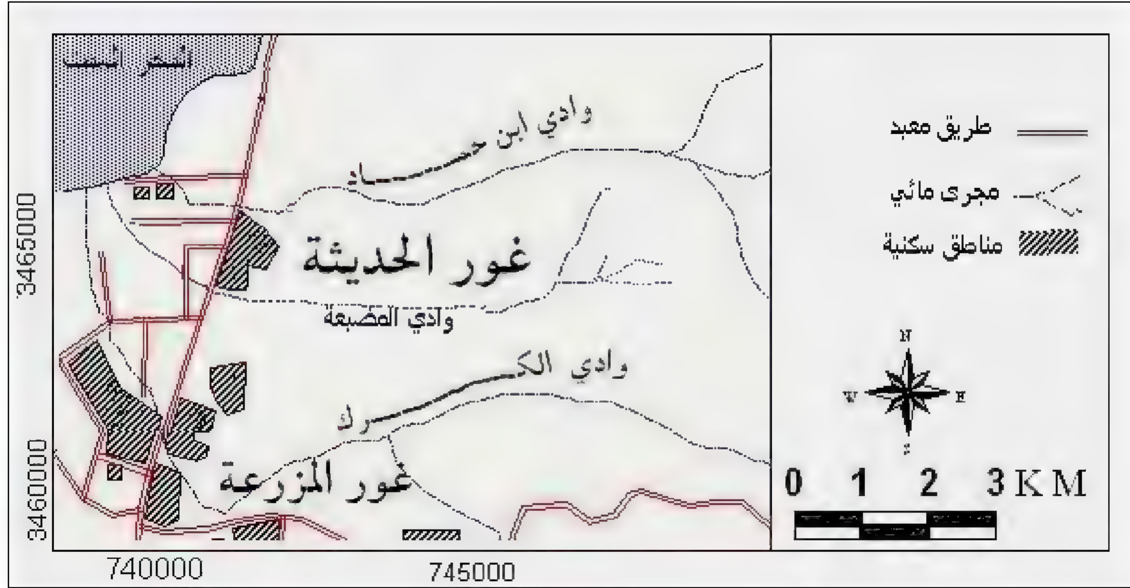
مرئية فضائية لسنة 2006 تبين موقع دلتا الموجب القديمة والدلتا الحالية

المصدر: Googol earth.com

أما وادي الكرك فقد كانت بحيرة اللسان تغطي مجراه الأدنى بالكامل، و كان يصب إلى الجنوب من مصبه الحالي في غور الذراع ومدينة البوتاس الحالية، والتي مجمل تكويناتها من تكوين اللسان (الملاحظات الميدانية).ومع استمرار هبوط مستوى البحر الميت، انحرف مجرى الوادي إلى الشمال خلال 11 ألف سنة مضت(عمر البحر الميت) ليتخذ المكان الحالي لمجراه، وقد تبين من الدراسة الميدانية وجود الرواسب الفيضية تغطي مسافة من 300 إلي 400 م أفقي إلى الجنوب من المصب الحالي تحتوى على مجاري مائية مهجورة. وقد بينت دراسة الهلسة(1986) أن

المروحة الفيضية لوادي الكرك في البلايستوسين (قبل انحسار بحيرة اللسان) تقع في منطقة البليدة، وغور الذراع .وقد عمق وادي الكرك مجراه في الدلتا القديمة وجرف كميات كبيرة منها ليبني الدلتا الحالية في غور المزرعة ، ومع استمرار انحسار البحر الميت إلى الشمال من دلتا وادي الكرك في الوقت الراهن استمرت عملية انحرف المجرى المائي النشط إلى جهة الشمال.

والتحليل السابق مشابه لما حصل لوادي ابن حماد، والجرة. فحدوث عملية الأسر النهري لأحد أهم روافد وادي ابن حماد الحالي على بعد 4 كم شرقا من الدلتا الحالية لصالح وادي المضبعة(يقع ما بين وادي الكرك ووادي ابن حماد) شكل(55) في فترات سابقة، بسبب انسداد مجرى وادي ابن حماد برواسب بحيرة اللسان، ورواسب الأودية، ممل جعل وادي المضبعة يأسر القسم الأكبر من روافد وادي ابن حماد ويتضح ذلك من خلال ضخامة الترسيب في المروحة الفيضية لوادي المضبعة خصوصا وان معظم تكوينات السطح لحوض وادي المضبعة الحالي من رسوبيات اللسان والتي تقل فيها الحجارة والصخور، إضافة إلى استدارة رسوبيات دلتا وادي المضبعة، مما يشير إلى نقلها من مسافات بعيدة، علما بان طول حوض وادي المضبعة لا يزيد عن 6 كم.و بعد هبوط مستوى بحيرة اللسان، وما صاحبة من تعميق رأسي، إضافة إلى استمرار الحركة الأفقية، حدثت عملية اسر نهري، حيث استعاد وادي ابن حماد اسر روافده الذي غذت وادي المضبعة فترة طويلة. وكذلك الأمر في وادي الجرة حيث تنتشر مناطق الترسيب القديمة و المجاري المائية المهجور إلى الجنوب من المصب الحالي، وبسبب تكون الحواجز الطولية من رواسب الأودية بعد الفيضانات الفجائية، وهذه الحواجز القديمة اختلطت برواسب وادي ابن حماد الحديثة بسبب اقتراب الأودية من بعضها بعضاً وبالتالي صعوبة فصل دلتاوات تلك الأودية ومناطق انتشارها، ومع استمرار حركة الزحزحة الأفقية، وانحسار مستوى البحر الميت انحرف المجرى المائي الحالي لوادي الجرة نحو الشمال.



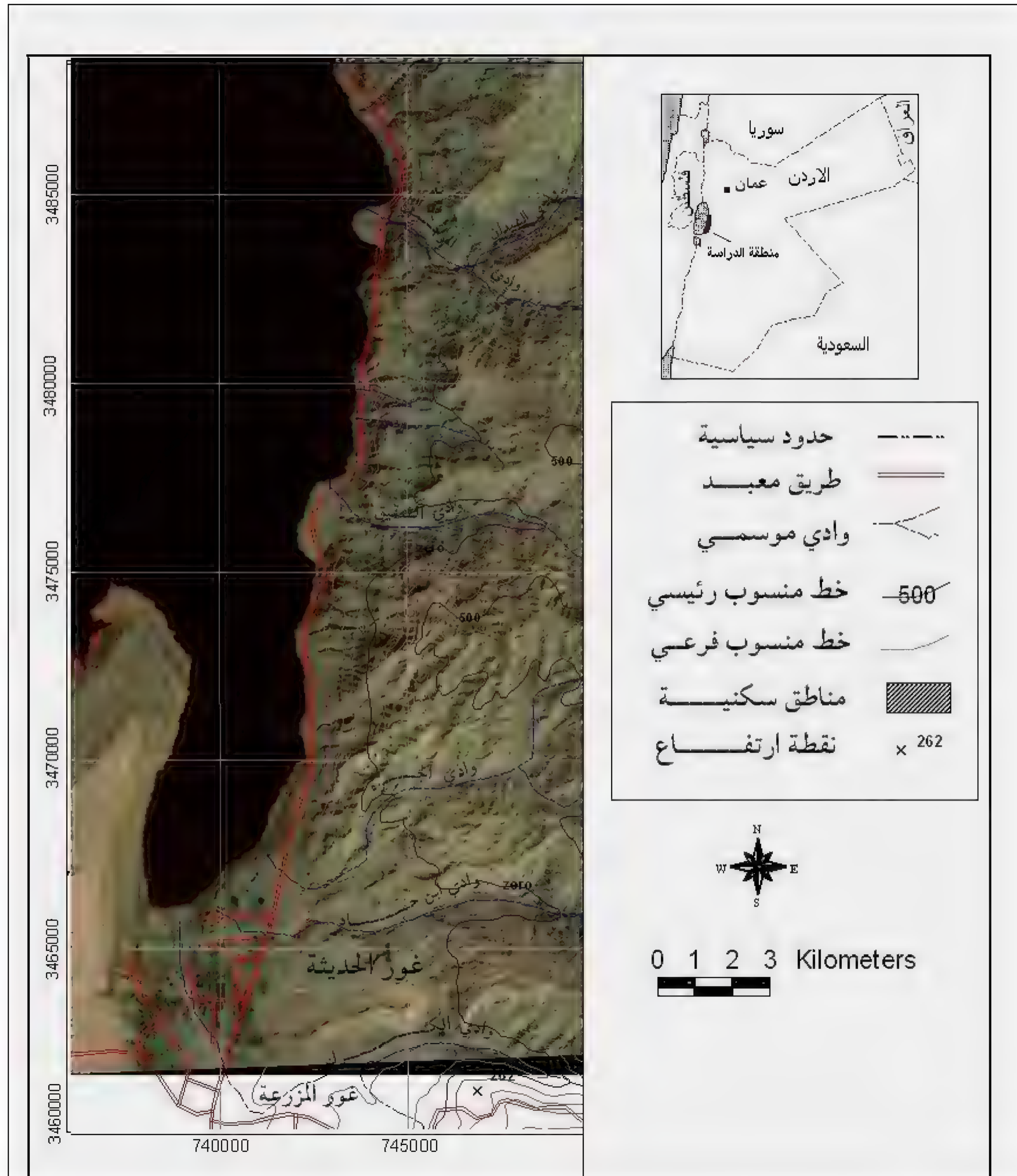
شكل رقم (55)

موقع وادي المضبعة بالنسبة لوادي ابن حماد ووادي الكرك

المصدر:خرائط المركز الجغرافي الملكي الأردني لوحة الكرك ،1 :100000.

أما وادي الشقيق فتظهر المجارى القديمة المهجورة إلى الجنوب من المجاري الحالية النشطة، بعد تعرض الأودية القديمة لعملية انسداد المجرى بعد طمرها بالرواسب سواء رواسب بحيرة اللسان، أو رواسب فيضان الوادي. وبعد هبوط مستوى الأساس والمتمثل بالبحر الميت، ، تكونت مناطق منحدرة وحواف انكسارية شديدة الانحدار(جروف تحاتية) مما أدى إلى سهولة عملية غسل الرواسب وانجرافها بفعل الفيضانات في فصل الشتاء، مما أدى إلى انتقال الرواسب مكان الدلتا الحالية ومع استمرار هبوط مستوى سطح البحر الميت عمقت المجارى المائية النشطة في جسم الدلتا في أماكن الترسيب الأضعف مقاومتا للجريان المائي، وهي مناطق الترسيب الحديثة في جهة الشمال، مما أدى إلى انحراف المصب إلى الشمال بالنسبة للمجاري المائية القديمة. أما حاليا فقد أدى وصول مستوى سطح البحر الميت إلى مستوى 419 تحت مستوى سطح البحر، في التأثير على انحراف الأودية نحو الشمال فعملية تراجع مياه البحر الميت تتم باتجاه الشمال بالنسبة لأودية الدراسة، أي

إلى أقصى عمق للبحر الميت، فالتراجع يتم من الإطراف إلى المركز وبما أن منطقة الدراسة تقع على إطراف البحر الميت، والمركز إلى الشمال منها فان عملية التراجع ستؤدي إلى انحراف اتجاه المجاري المائية إلى نحو الشمال. ويعتقد الباحث أن تلك العملية مع استمرار انخفاض مستوى سطح البحر الميت عامل مهم في التأثير على انحراف مصبات الأودية نحو الشمال. ومن الدراسة الميدانية ودراسة الصور الجوية والفضائية لمنطقة الدراسة، تبين وجود الأودية المائية المهجورة، إلى الجنوب من المجاري الحالية وان منطقة الترسيب الحديثة تقع على جوانب الأودية المائية النشطة وجميعها تنحرف نحو الشمال، شكل (56).



شكل(56) صورة فضائية لمنطقة الدراسة من القمر الصناعي. Land sat تظهر انحراف مصبات الأودية نحو الشمال. وتم تحديد طبوغرافية المنطقة من لوحة الكرك1: 100000 المركز الجغرافي الملكي الأردني عام 1993.

11.4. الخصائص الجيومورفولوجية للرواسب

تم في هذه الدراسة قياس بعض خصائص الرواسب على طول المجاري المائية النشطة، بهدف التعرف على ديناميكية الترسيب عقب الانخفاض الكبير في مستوى سطح البحر الميت، و قد تم قياس حجم الرواسب والاتجاه العام للترسيب، ونسبة تكور الرواسب، والتعامل معها كمتغيرات كمية إضافة إلى المتغيرات النوعية والتي تمثلت بدراسة أنواع الرواسب على طول القطاعات الرأسية لاودية الدراسة بواقع أربعة قطاعات راسية في كل واد من أودية الدراسة، وكانت المحصلة النهائية عشرون قطاعا من الرواسب.

1.11.4. أحجام حبيبات الرواسب

تم قياس أحجام حبيبات الرواسب داخل المجاري النشطة للأودية، باستخدام المسطرة المدرجة وشريط القياس. وتم قياس الطول، والعرض، والارتفاع، لكل عينة من الرواسب، والهدف من ذلك؛ عمل قاعدة بيانات للرواسب الموجودة حاليا في الأودية . وقد تم اخذ عينات من الرواسب في نقطة قياس مساحتها 4م2، بواقع 40 عينة لكل نقطة قياس. أما المسافة الأفقية بين كل نقطة وأخري، فكانت مختلفة تبعا لتغير نمط وشكل الرواسب. وكانت محصلة القياس النهائية 2120 عينة من الرواسب. وبلغ مجموع أطوال المجاري المقاسة 8250 م، وتمثل بذلك جميع أطوال المجاري المائية لأودية الدراسة، ابتداءً من مخارج الأودية من الجبال الشرقية للبحر الميت وانتهاءً بالمصب. وتم إيجاد المتوسط الحسابي لحجم الرواسب في كل مسافة مقاسة.واعتمد مقياس(Wentworth(1922 لتصنيف الرواسب كونه الأكثر استعمالا جدول (11) تم استخراج النسب المئوية لتوزيع الرواسب في نقاط القياس المختارة جدول(12).

جدول رقم (11)

مقياس Wentworth، لتصنيف الرواسب

النوع	الحجم (ملم)
جلاميد	اكبر من 250
زلط	64 - 256
حصى	4 - 64
حبيبات	اقل من 4

المصدر:(الصالح، 1992).

جدول رقم (12)

النسب المئوية لتوزيع الرواسب في نقاط القياس المختارة في المجاري المائية لأودية الدراسة حسب مقياس Wentworth .

الوادي	الجلاميد(%)	زلط (%)	حصى (%)	حبيبات(%)
الكرك	33	36	20	11
ابن حماد	32	37	21	10
الجرة	42	30	18	10
الشقيق	60	25	7	8
الموجب	40	30	16	14

بينت الدراسة وجود علاقة سلبية من خلال معامل الارتباط ما بين متوسط أحجام الرواسب، و أطوال المجارى من المخرج، ولغاية المصب. جدول (13) حيث يعتمد متوسط أحجام الرواسب بصورة أساسية على طول المجرى المائي و مساحة الحوض النهري، وما يمثله ذلك من تأكيد على المسافة التي تقطعها الرسوبيات، والتي تتناسب عكسيا وطوال المجاري المائية المقاسة، فعلى سبيل المثال تتصف رسوبيات

وادي الموجب بأنها قريبة من شكل الكروي، أو ذات ملمس ناعم أي وجود خاصية الترسيب الاصطفائي حيث ترسبت المواد من الأكبر إلى الأصغر حجما، بسبب عامل كبر مساحة حوض التصريف المائي والبالغ 6800 كم2 وطول المجرى 135كم، مما ساهم في نقل الرواسب مسافات ابعد مقارنة بالأودية الأخرى. إضافة إلى عامل الاحتكاك بأرضية صلبة، مما أدى إلى تكسر الحجارة المنقولة وصقلها واتخاذها شكل شبة الدائري. فقد وجد من الدراسة الميدانية ومن قياس الرواسب، أن أنصاف أقطار الرواسب المقاسة في أول 300م بحدود 13.5 سم تناقصت في أخر 100م لتصل إلى5 سم. وفي دراسة عودة، ورمضان،(1988) لدلتا وادي المخيرص على الساحل الشرقي للبحر الميت، وجدا أن تذبذب مستوى البحر الميت بسبب الظروف المناخية منذ عصر الهولسين، قد أوجد بيئات ترسيب متباينة ففي الفترات الرطبة يرتفع مستوى البحر لتتراجع الرواسب الخشنة لتترسب فوقها الرواسب الدقيقة، والتي ما تلبث أن تتراجع في الفترات الجافة لتترسب فوقها الرواسب الخشنة.

جدول رقم (13)

معامل الارتباط ما بين متوسط أحجام الرواسب و أطوال المجارى من المخرج ولغاية المصب.

الوادي	الكرك	ابن حماد	الجرة	الشقيق	الموجب
معامل الارتباط	-0.50	-0.34	-0.34	-0.18	-0.93

ومن دراسة الباحث لوادي الشقيق (وذلك بقياس إحجام الرواسب على طول المجرى المائي) تبين تشابة ظروف الترسيب لوادي الشقيق مع الظروف السائدة في وادي المخيرص. فقد دل معامل الارتباط على علاقة سلبية ما بين متوسط أحجام الرواسب وطول المجرى المائي، ويعود السبب إلى تدفق الحمولة الخشنة نتيجة الفيضانات الفجائية، والتي جلبت معها جلاميد صخرية كبيرة الحجم، ما لبثت أن غمرت بترسبات ناعمة ناتجة عن طغيان مياه البحر لارتفاع مستوى المياه.ففي القرن

الأول قبل الميلاد ارتفع مستوى البحر 70متر (Klein.1985) مما أدى إلى طغيان المياه على الدلتا، وترسب الحمولة الناعمة فوق الحمولة الخشنة، وقد قام الباحث بدراسة مكونات القطاعات الرأسية في مناطق التعميق الرأسي لوادي الشقيق، من حيث شكل وحجم الرواسب. ففي أسفل طبقات الترسيب،وجدت طبقة من الرواسب بسمك 2 م ذات رواسب كبيرة الحجم، مشابهة من حيث الحجم لما تم قياسه في المجرى النشط للوادي. وقد أدى تذبذب مستوى البحر الميت إلى عملية إعادة توزيع الرواسب فوق مناطق الترسيب، فعندما انخفض مستوى البحر تراجعت مياه البحر الميت باتجاه قدم الدلتا مما أدى إلى انتقال الحمولة الكبيرة مسافة ابعد تبعا لمعدلات الفيضان في كل سنة، وعندما ارتفع مستوى البحر إلى 370م تحت مستوى سطح البحر غمرت المياه مناطق الترسيب، فترسبت الحمولة الدقيقة فوق الحمولة الخشنة ومع استمرار انخفاض مستوى البحر الميت ابتداءً من عقد الستينات من القرن الماضي، وما رافق ذلك من عملية تعميق رأسي، انكشفت الطبقات الترسيبية المختلفة وأضيفت مساحات جديدة من الأراضي التي تراجع عنها البحر، مما أدى إلى انتشار الحمولة الخشنة فوق تلك المساحات.

أما في أودية الكرك، والجرة، وابن حماد، فان الرواسب كبيرة الحجم توجد تقريبا في منتصف المجاري المائية النشطة الحالية. فمن دراسة الباحث لحفرة إذابة في منتصف مجرى وادي ابن حماد، تبين وجود جلاميد كبيرة الحجم يزيد قطر بعضها أحيانا عن 1م. ويعود السبب في ذلك إلى أن الرواسب كبيرة الحجم عند مخارج الأودية قد غمرت بكميات كبيرة من الرواسب المختلطة بالرمال ورسوبيات اللسان ولم يصل التعميق الرأسي (الحت التراجعي) إلى أن يكشف عن تلك الرواسب. أما في وسط المجرى فقد أدى التعميق الرأسي إلى الكشف عن تلك الطبقات، والتي ما تلبث أن تختفي تماما في نهاية الدلتا في مصبات الأودية الحالية بسبب انتشار رواسب طين البحر الميت.

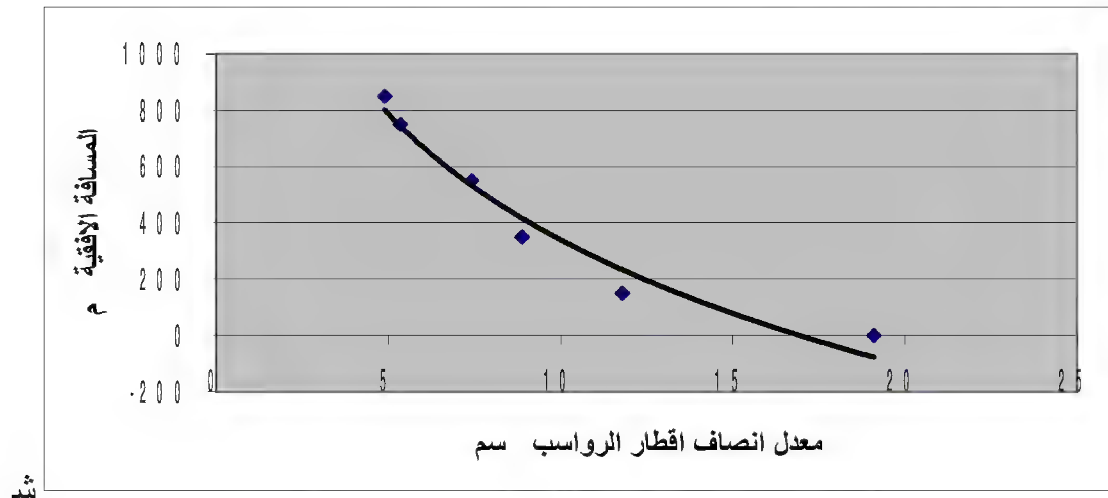
و بينت الدراسة وجود اتجاهات و علاقات متعددة للترسيب في أودية الدراسة ما بين معدل أنصاف أقطار الرواسب والمسافة الأفقية (طول المجرى)، وتم التوصل إلى معدل أنصاف أقطار الرواسب بدلالة الحجم كما يلي:

$$R=\left(\frac{3V}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}}$$

R= نصف القطر

V=الحجم

حيث وجدت افضل نماذج الترسيب الاصطفائي في وادي الموجب شكل (75) فقد تم الترسيب من الأكبر حجما إلى الأصغر بسبب طول المجرى المائي كما ذكر سابقا.

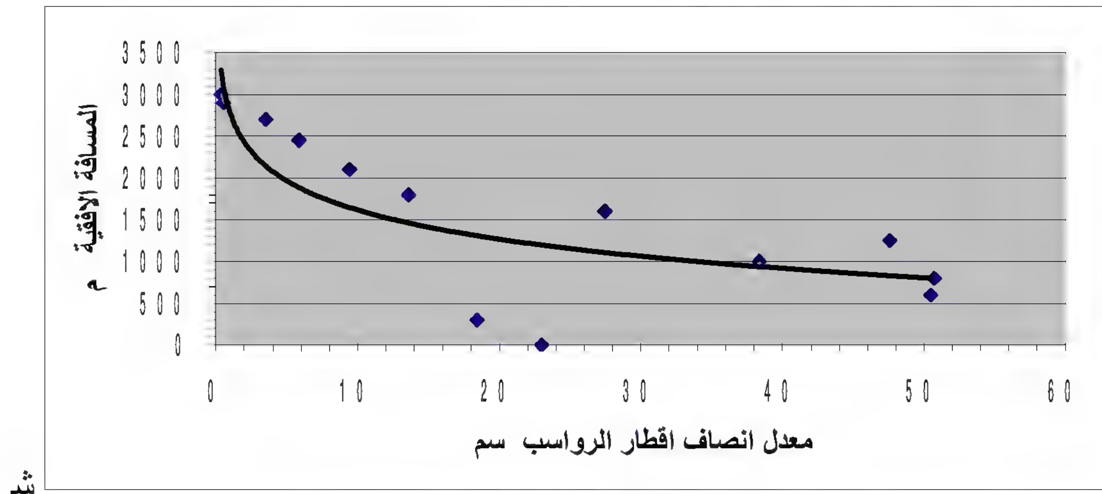


شكل رقم(75)

الاتجاه العام للترسيب في دلتا وادي الموجب.

أما في أودية الكرك، وابن حماد، والجرة، فتنتشر الرواسب الأكبر حجما في منتصف المجرى المائي تقريبا ويعود السبب في ذلك إلى تقدم، وانحسار مستوى سطح البحر الميت وما رافقة من تقدم الرواسب الأكبر حجما، وانحسارها. الأشكال توضح اتجاهات الترسيب في أودية الكرك، وابن حماد، والجرة،(58،59، 60).

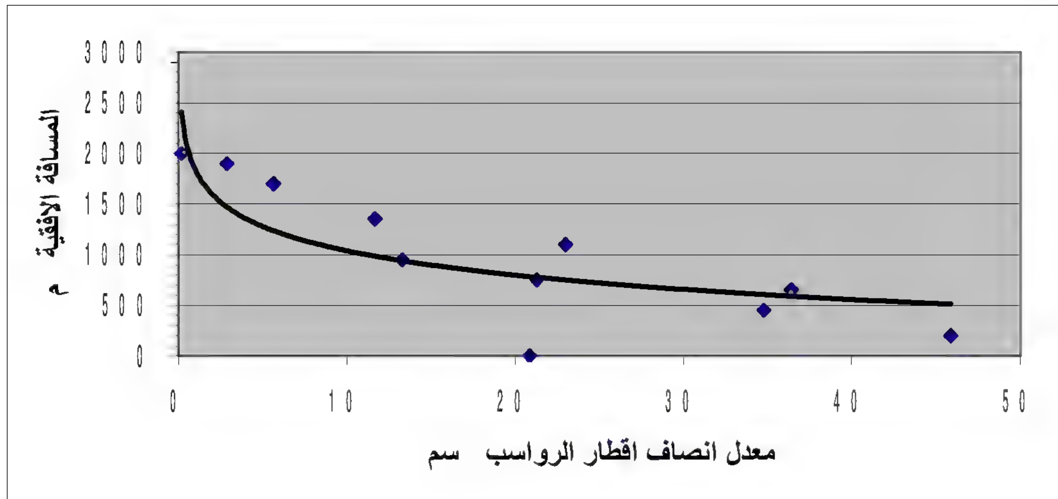
أما في دلتا وادي الشقيق فقد وجد اختلاف في عملية الترسيب فقد انتشرت الرواسب كبيرة الحجم على طول المجرى المائي، ولم تظهر خاصية الترسيب الاصطفائي على طول المجرى النشط وذلك بسبب ظروف ارتفاع وانخفاض مستوى سطح البحر الميت إضافة إلى تدفق الحمولة الخشنة من المرتفعات المجاورة بفعل شدة الانحدار عند حدوث الفيضانات سقوط الأمطار وقرب مسافة النقل وشكل (61) يوضح طبيعة واتجاه الترسيب في دلتا وادي الشقيق. وشكل (62) يوضح الاتجاه العام للترسيب في دلتاوات أودية الدراسة مجتمعة.



شد

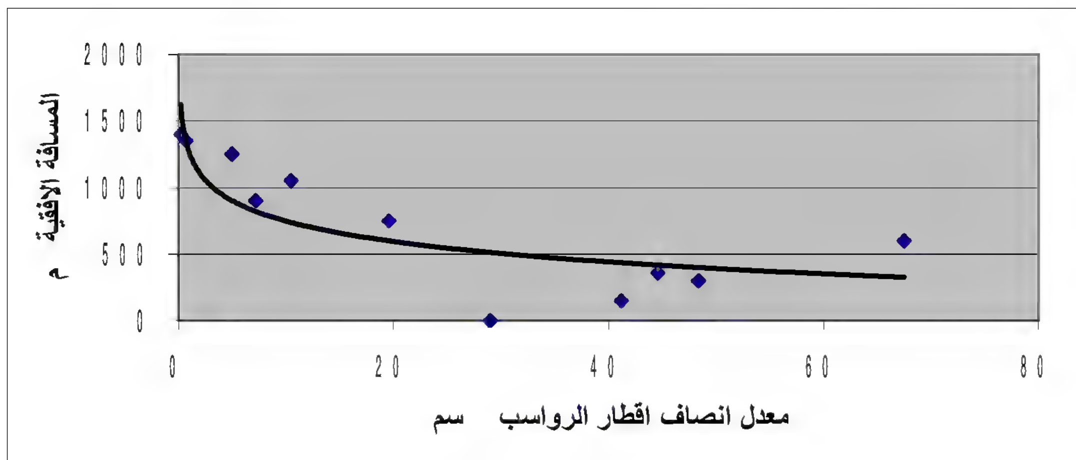
كل رقم(58)

الاتجاه العام للترسيب في دلتا وادي الكرك.



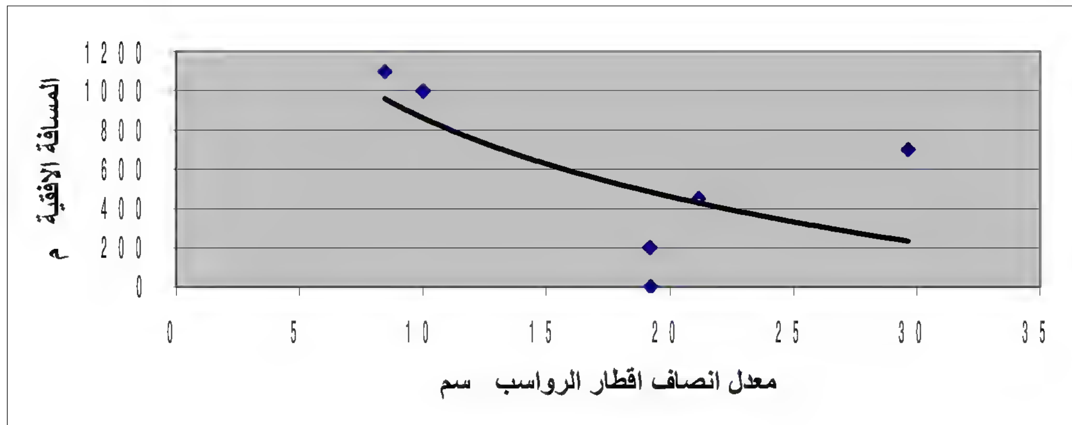
شكل رقم(59)

الاتجاه العام للترسيب في دلتا وادي ابن حماد.



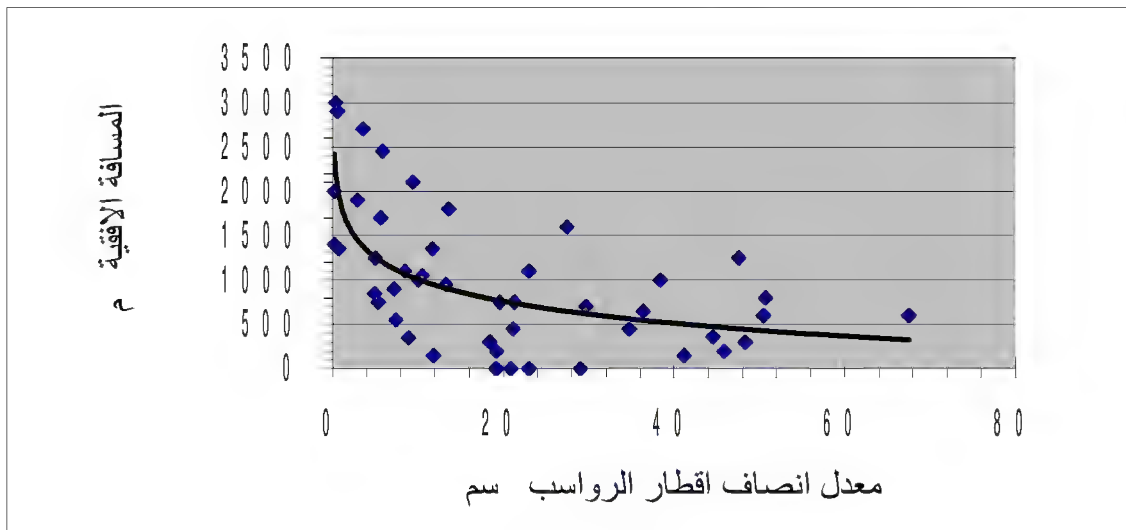
شكل رقم (60)

الاتجاه العام للترسيب في دلتا وادي الجرة.



شكل رقم(61)

الاتجاه العام للترسيب في دلتا وادي الشقيق



شكل رقم (62)

الاتجاه العام للترسيب في أودية الدراسة.

2.11.4. تكور الرواسب

وعن شكل حبيبات الرواسب فقد تم استخدام طريقة Sneed and Folk لتحديد شكل حبيبات الرواسب، وبالتحديد تكور الرواسب Sphericity أي اقتراب شكل الرواسب من شكل الكروي، وقد تم احتساب معامل تكور الرواسب على النحو آلاتي:

$$\text{Sphericity} = \sqrt[3]{\frac{(L)^2}{w \cdot h}}$$

(الصالح،1992)

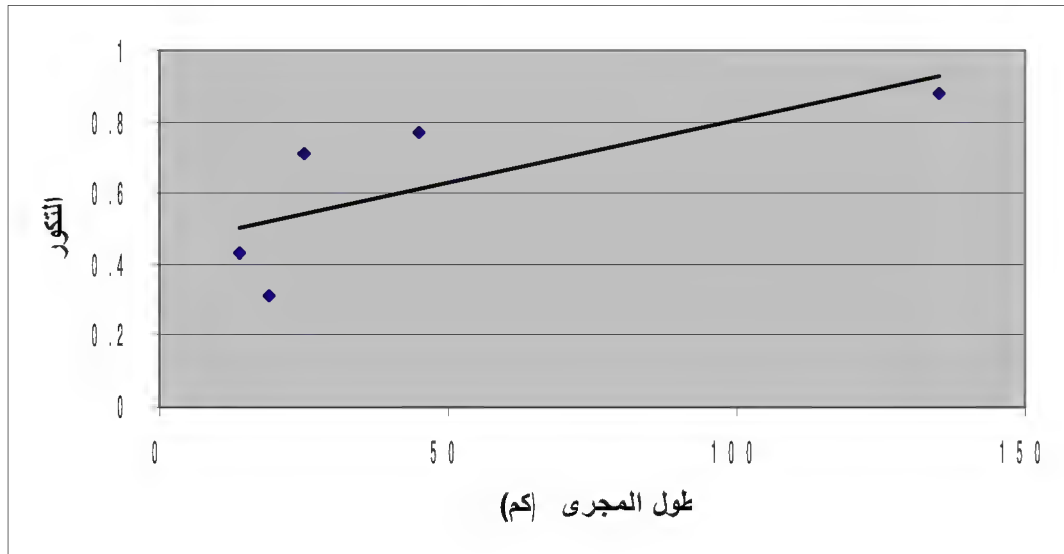
L . السمك

h . الطول

w . العرض

وقيمة المعامل تتراوح بين صفر وواحد صحيح ، وكلما اقتربت القيمة من الواحد صحيح اقترب شكل الراسب للكروية. وقد تم استخدام 500 عينة من الرواسب بواقع 100 عينة تم اختيارها بشكل عشوائي في نقاط قياس مختلفة موزعة على طول المجاري المائية النشطة. وقد دلت نتائج معامل التكور على ارتباط تكور الراسب مع مسافة النقل بعلاقة طردية. فقد ارتفعت قيمة معامل التكور في أودية الموجب والكرك، وابن حماد، بينما انخفضت قيمة المعامل في وادي الشقيق و الجرة. وقد بينت دراسة بزبز(1997) للمراوح الفيضية في وادي اليتم تأثر كروية الرواسب بعامل التركيب المعدني والأشكال الأصلية للرواسب نفسها. أما عن الدراسة الحالية فان شكل الرواسب في أودية الشقيق بالتحديد يقترب من شكل المستطيل ذي الزوايا الحادة بسبب قصر المسافة التي تم نقلها، بينما وادي الموجب والكرك فان مسافة النقل الطويلة تؤدي إلى تكور الحمولة الخشنة. حيث كلما كانت الرواسب كروية شكل ازدادت فرصة نقلها مع التيار المائي بسبب مقاومتها القليلة للنقل بعكس الأشكال

الأخرى والتي تقاوم الحركة. وشكل (63) يوضح المعدل العام لمعامل التكور لرواسب أودية الدراسة.



شكل رقم(63)

معدل تكور الرواسب في أودية الدراسة

3.11.4 . تكوينات القطاعات الرأسية لأودية الدراسة

أدى هبوط مستوى سطح البحر الميت إلى نشاط الأودية في عملية النحت الرأسي والجانبي، مما أدى إلى الكشف عن قطاعات رسوبية متفاوتة في السمك حسب مقدار التصريف المائي ونوعية الرواسب. وللتعرف على نوعية الرواسب تم اختيار أربعة قطاعات رأسية لكل واد من أودية الدراسة، في مناطق التعميق الرأسي والتي تمتد من رأس الوادي النشط وحتى منطقة المصب. ويعود السبب في اختيار منطقة التعميق الرأسي في الوادي النشط، إلى وضوح نطاقات الترسيب المتعاقب الطبقات إضافة إلى تأثر جسم دلتا الأودية بالأنشطة البشرية، والتي غيرت من شكل المنطقة (أعمال الزراعة، أو إقامة المحاجر لاستخراج رمل البناء) مما يجعل استخدام أسطح الدلتاوات النهرية للتعرف على ديناميكية الترسيب أمرا عسيرا. وقد تم استخدام جهاز GPS من أجل توقيع ارتفاع القطاعات المدروسة عن سطح البحر، وشريط

القياس المدرج لقياس المسافة الرأسية للقطاع، والمسافة الأفقية والمتمثلة بالبعد عن البحر. وقد روعي عند اختيار القطاعات المدروسة توزيعها على مناطق قريبة من البحر، ومتوسطة البعد عن البحر، وعند رأس الدلتا، وقد تمت دراسة بعض القطاعات في أودية الجرة، وابن حماد، والتي لا يوجد فيها تعميق رأسي كبير من خلال حفر الإذابة sinkhole والتي تنتشر عند مصبات تلك الأودية.

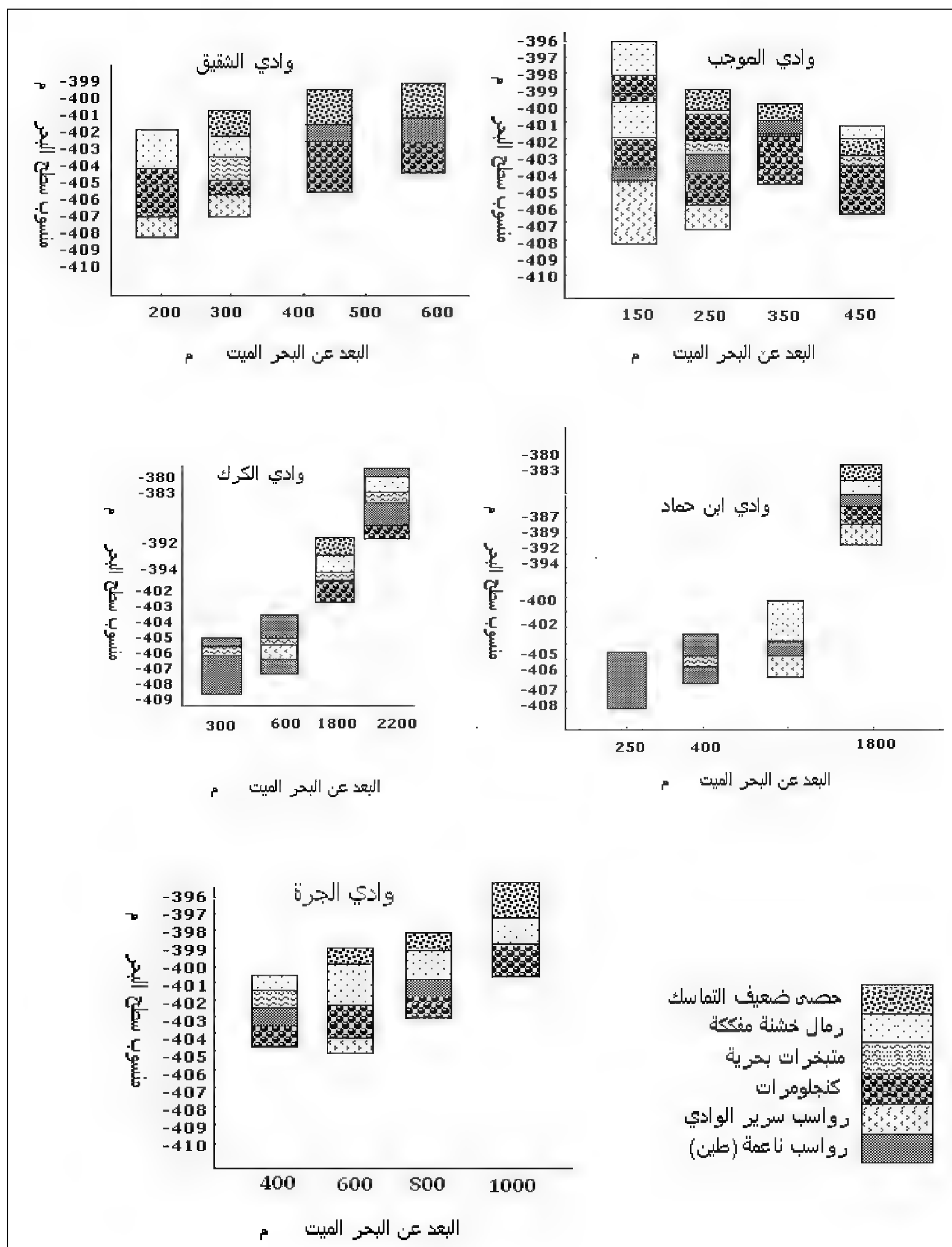
وقد درس عودة (1994)، خصائص البناء الرسوبي لدلتا الموجب وتوصل إلى أن اكبر قطر للرواسب عند راس الدلتا 10 سم و أصغرها 5سم عند حواشي الدلتا، مع وجود خاصية الترسيب الاصطفائي على طول القطاعات المدروسة، وقد اختار جميع القطاعات المدروسة على الجانب الأيسر للمجرى النشط. وفي هذه الدراسة تم اختيار القطاعات المدروسة على جانبي المجرى مع التركيز على الجانب الأيمن بسبب تأثر معظم الجانب الأيسر بالأنشطة البشرية، والمتمثلة بالأعمال المتعلقة باستخدام الأراضي لغايات الزراعة. وقد قام الباحث بدراسة أنواع الرواسب على طول القطاعات الرأسية في أودية الدراسة، وذلك باختيار أربعة نطاقات راسية كعينة ممثلة لنطاقات الترسيب. وشكل (64) تظهر التتابع الطبقي للرواسب في دلتا وادي الجرة كنموذج للعينات المدروسة. وقد وجدت خمسة أنواع رئيسة من الرواسب

1. حصى ضعيف التماسكunconsolidated gravel
2. رمال خشنة مفككة coarse loose sand
3. متبخرات ورواسب بحريةevaporites lucstrine
4. كنجلومرات conglomerates
5. ترسبات ناعمة (طين) fine sediments

وشكل(65) يوضح أنواع الرواسب في القطاعات المقاسة في أودية الدراسة.



شكل رقم (64)
قطاع رأسي للرواسب في دلتا وادي الجرة.
بتاريخ2006/1/20. حيث تشير الأرقام الواردة على الصورة إلى مقدار ارتفاع كل نوع من أنواع الرواسب من الارتفاع الكلي والبالغ2.5م



شكل رقم (65)

قطاعات رأسية لرواسب أودية الدراسة

1.الكنجلومرات conglomerates

بينت الدراسة أن رواسب الكنجلومرات تشكل القسم الأكبر من رواسب أودية الدراسة، والتي تتكون من حصى مختلف الأحجام يقل قطر الحصاة الواحدة عن 15سم، و أن سمك مقطع الكنجلومرات يختلف من واد للآخر، ومن قطاع لاخر ضمن الوادي الواحد، حيث يبلغ عند رأس الدلتا اكثر من خمسة أمتار، كما في أودية الموجب، وابن حماد، والكرك، واقل من متر واحد عند نهاية الدلتا، كما في وادي الموجب، ويتلاشى تماما في نهاية دلتا أودية الكرك، وابن حماد، بسبب انتشار رواسب طين البحر الميت. أما أودية الشقيق والجرة فيصل سمك قطاع الكنجلومرات بحدود ثلاثة أمتار في مقدمة الدلتا، بينما يصل عند نهاية الدلتا بحدود متر ونصف المتر كمعدل عام، ويعود السبب في هذا الاختلاف إلى عامل مسافة النقل من خلال قرب منطقة الترسيب من منطقة النحت كما في أودية الشقيق والجرة، إضافة إلى صغر مساحة حوض التصريف المائي، ومقدار التصريف المائي.أما أودية ابن حماد والكرك، والموجب، فتظهر خاصية الترسيب الاصطفائي (تناقص أحجام الرواسب أبتداً من رأس الدلتا وحتى نهايتها) بشكل أوضح، بسبب عامل مسافة النقل وكبر مساحة حوض التصريف المائي، ومقدار التصريف المائي سواء جريان الأساس أو الفيضان. وقد بينت دراسة عودة، وسلامة (1988) أن سمك طبقة الكنجلومرات في دلتاوات البحر الميت يرتبط بعلاقة عكسية مع مساحة حوض التصريف المائي، حيث تزداد قدرة الأودية ذات المساحة الكبيرة في حوض التصريف على عمليات التعرية بعد هبوط مستوى سطح البحر الميت. وتؤكد هذه الدراسة على أهمية كبر مساحة الحوض التصريف المائي في تناقص سمك طبقة رواسب الكنجلومرات، وتضيف إليها أيضا أهمية مقدار التصريف المائي للفيضانات بعد الهبوط الكبير في مستوى سطح البحر الميت في تناقص سمك طبقة رواسب الكنجلومرات بسبب النحت الرأسي والجانبي في جسم الدلتا.

2. الحصى ضعيف التماسكunconsolidated gravel

تنتشر تكوينات الحصى ضعيف التماسك في النطاقات العليا ضمن القطاعات المدروسة، والسبب في عدم تماسكها قلة المواد اللاحمة بين أجزاءها.وقد بينت الدراسة أن رواسب الحصى ضعيف التماسك تزداد بالاتجاه من نهاية الدلتا إلى رأس الدلتا و تنعدم كليا في نهاية دلتاوات أودية الكرك، والجرة، وابن حماد، بسبب انتشار طين البحر الميت. أما بالنسبة لسمك الطبقات في أودية الدراسة فقد بينت الدراسة انتشار الحصى ضعيف التماسك بسمك اكبر في أودية الجرة، والشقيق، وسمك اقل في أودية الموجب، الكرك، وابن حماد مردة إلى طول فترة جريان الماء سواء جريان الأساس أو الفيضان كما في أودية الموجب الكرك وابن حماد(ذات جريان دائم) واقتصار جريان الماء على الفيضانات في أودية الجرة، والشقيق ذات التصريف الموسمي.

3. الرمال الخشنة المفككة coarse loose sand

تنتشر الرمال الخشنة(قلة المواد اللاحمة) في معظم القطاعات المدروسة وتزداد سمكا بالاتجاه من رأس الدلتا حتى نهاية الدلتا(المصب)، و أحيانا تنعدم كليا في منطقة رأس الدلتا بسبب قدرة الرمال على الانتقال لمسافة ابعد لخفة وزنها مقارنتا الكنجلومرات، والحصى، حيث يظهر سمك طبقة الرمال الخشنة بشكل معاكس لطبقة الكنجلومرات. وتتسبب طبقة الرمال المفككة في عملية انهيار ما فوقها من رواسب أثناء الفيضانات والدليل على ذلك فيضان 3 نيسان 2006 في وادي الموجب حيث انهارت طبقة الرمال الخشنة مما أدى إلى انهيار في جوانب مجرى الماء الحالي لوادي الموجب.

4. المتبخرات والرواسب البحريةevaporites lucstrine

تعد رواسب المتبخرات البحرية من اقل أنواع الرواسب انتشارا في أودية الدراسة والتي تتكون من الجبص، الارغوانيت، ويميل لونها إلى الأبيض مشابهة بخصائصها العامة تكوينات اللسان، عودة،(1994). ويعود السبب في قلة انتشار مثل هذا النوع

من الرواسب إلى أنها تحتاج وقت أطول وترسيب كيميائي. وقد بلغ معدل سمك طبقة رواسب المتبخرات البحرية في القطاعات المدروسة اقل من 50 سم.

5. الترسبات ناعمة (طين) fine sediments

تنتشر الترسبات الناعمة في معظم القطاعات المدروسة وتتكون من طين البحر الميت والرمال الناعمة، والصلصال، وتتزايد بالسمك بالاتجاه نحو بيئة المصب، وتتكون معظمها من الحمولة الناعمة لفيضانات الأودية والتي اختلطت مع رواسب اللسان وأملاح البحر الميت خصوصا في أودية الجرة، وابن حماد، والموجب، بسبب اتساع وأفقية المنطقة التي انحسر عنها البحر الميت كما مر سابقا، وبلغ متوسط سمك الرواسب الناعمة في جميع القطاعات المدروسة بحدود ثلاثة أمتار قرب بيئة المصب ومتراً واحد في منطقة رأس الدلتا.

الفصل الخامس

المناقشة والتوصيات

1.5.المناقشة

توصلت الدراسة إلى النتائج آلاتية:

1. تكونت دلتاوات أودية الدراسة بعد انحسار بحيرة اللسان ودليل ذلك انتشار رسوبيات اللسان في منطقة أودية الدراسة على ارتفاع 300م تحت مستوى سطح البحر.
2. تذبذب نسبة مساحة دلتاوات أودية الدراسة إلى مساحة حوض التصريف بين 0.016 و3.48% وهي نسبة أعلى من نسب الأنهار العالمية المعروفة مما يعني تميز دلتاوات أودية الدراسة بخصائص عالمية من حيث نوعية الحمولة النهرية، وشدة عمليات انجراف التربة، واختلاف نوعية التكوينات الصخرية التي تطورت فوقها دلتاوات أودية الدراسة.
3. استجابة جميع أودية الدراسة لتراجع البحر الميت وبدرجات مختلفة حسب كمية التصريف المائي، ومقدار تراجع البحر الميت، ونوعية الرواسب، حيث يرتبط مستوى سطح البحر الميت بعلاقة سلبية مع مساحة دلتاوات أودية الدراسة، والمسافة المكتسبة على حساب البحر، بينما ترتبط مساحة دلتاوات أودية الدراسة بعلاقة إيجابية مع مساحة حوض التصريف المائي.
4. أكدت الدراسة على انحراف جميع مصبات أودية الدراسة إلى الشمال بسبب اتجاه تراجع البحر الميت، إضافة إلى حركة الزحزحة الأفقية للصفيحة الشرقية باتجاه الشمال. مما أدى إلى انتشار المجاري المائية المهجورة إلى الجنوب من المجاري الحالية في أسطح دلتاوات أودية الدراسة.
5. تعدد العناصر التضاريسية في أودية الدراسة حيث تنتشر العناصر المحدبة عند مخارج أودية الدراسة بسبب الانقطاع المفاجئ في سرعة الماء وبالتالي

زيادة القدرة الترسيبية للأودية. وان جميع مخارج أودية الدراسة من النوع الخانقي بسبب عملية الهبوط في مستوى الأساس.

6. شذوذ وادي الشقيق عن باقي أودية الدراسة فيما يتعلق بخاصية الترسيب الاصطفائي وذلك بسبب تذبذب مستوى البحر الميت من جهة، و قرب مسافة نقل الرواسب إلى مكان الترسيب، وشدة الفيضانات الفجائية التي تحمل معها الرواسب كبيرة الحجم.

7. أدى تقدم وانحسار مستوى البحر الميت في فترات سابقة إلى عملية إعادة توزيع الرواسب سواء الرواسب البحرية أو رواسب الأودية أثناء الفيضان ففي الفترات الرطبة يتقدم البحر وتترسب الحمولة الناعمة فوق الحمولة الخشنة. وفي فترات الجفاف تنحسر مياه البحر وتترسب الحمولة الخشنة فوق الناعمة.مما أدى إلى أن تعدد أنوع الرواسب في القطاع الرأسي الواحد مما يشير إلى بيئة الترسيب في دلتاوات أودية الدراسة بحرية ونهرية، بسبب تذبذب مستوى البحر الميت إضافة إلى ما تحمله فيضانات الأودية من رواسب.

8. تنتشر حفر الإذابة في دلتاوات أودية الكرك، وابن حماد، والجرة، مما يشكل خطرا على حياة المواطن وممتلكاته. بينما تخلو دلتاوات أودية الشقيق والموجب من تلك الحفر. ويعود السبب إلى زيادة سرعة جريان المياه الجوفية الناتجة عن الميل الهيدروليكي باتجاه البحر من الشرق إلى الغرب، مما أدى إلى زيادة طاقة المياه الحركية، حيث أذابت الطبقات الملحية داخل فراغان الرواسب حديثة التكوين. أما أودية الموجب والشقيق فان تراجع المياه بشكل عمودي قلل من فرصة ظهور مثل تلك الحفر.

9. بينت الدراسة وجود علاقة إيجابية ما بين معدل تكور الرواسب و مسافة النقل. وان وادي الموجب اكثر أودية الدراسة تكورا للرواسب 89% واقلها وادي الشقيق 30%والجرة43%.بينما بلغت في أودية الكرك، وابن حماد،

76% ،71% على التوالي. فكلما زاد طول المجرى زادت نسبة تكور الرواسب.

10. تزداد نسبة المسافة والمساحة المكتسبة على حساب البحر حسب زاوية التقاء اليابس مع البحر، فكلما كانت زاوية الالتقاء أفقية ازدادت المساحة و المسافة المكتسبة على حساب البحر كما في أودية الكرك، ابن حماد الجرة.بينما تقل المسافة في زاوية الالتقاء شبة العامودية كما في أودية الموجب، والشقيق.

11. تتعدد أنواع الرسوبيات في القطاعات الرأسية لأودية الدراسة ، وتعد الكنجلومرات من اكثر أنواع الرواسب انتشارا في القطاعات المدروسة بسبب الحمولة النهرية للأودية . وان سمك طبقة الكنجلومرات يرتبط بعلاقة عكسية مع مساحة حوض التصريف وكمية تصريف الفيضانات

2.5.التوصيات

1. ضرورة ايلاء البحر الميت المزيد من الاهتمام فيما يتعلق باستنزاف مياه الروافد المغذية له، ومحاولة البحث عن مصادر بديلة لتزويد البحر الميت بالمياه لرفع مستوى سطح البحر الميت من اجل الحد من حدوث حفر الإذابة والتي باتت تشكل خطرا على حياة وممتلكات المواطنين.
2. إقامة محطات رصد جوية، ونهرية هيدرولوجية، في منطقة الدراسة من اجل توفير المعلومات عن الفيضانات وكميات الأمطار، نظرا الافتقار المنطقة لمثل تلك المحطات حيث يتم الحصول على المعلومات خصوصا المتعلقة بالفيضانات من تقديرات يغلب على معظمها الأخطاء الجسيمة.
3. إقامة المزيد من الجسور والمنشات للحد من أخطار الفيضان خصوصا وان المراوح الفيضية لمنطقة الدراسة تستغل لأغراض الزراعة.

4. إجراء المزيد من الدراسات والبحوث في مختلف المجالات عن الساحل الشرقي للبحر الميت نظرا لوجود قصور في البحث العلمي عن المنطقة خصوصا في مجال تقدير فيضان الأودية والأضرار الناتجة عنها، إضافة إلى اقتراح وسائل بديلة للحد من استنزاف مياه البحر الميت.

المراجع

أ. المراجع العربية

أبو سمور، حسن(1998). التصريف المائي لوادي الموجب، **مجلة الجغرافي العربي** اتحاد الجغرافيين العرب،بغداد،ع4 ، ص ص 77 -- 101.

أبو غزالة، شهرزاد (2000). **تغير خط الساحل الشرقي للبحر الميت قي الفترة (1950 - 1997م)**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية عمان، الأردن.

الأرصاد الجوية(2004). **نشرات مناخية (1952 – 2003).** قسم المناخ، عمان.

بزبز،احمد عدنان(1997). **تحليل شبكات التصريف والخصائص الرسوبية للمراوح الفيضية في وادي اليتم جنوب الأردن**، رسالة ماجستير غير منشورة الجامعة الأردنية، عمان ، الأردن.

خرفان، ماريا(2000). انحسار البحر **الميت** وتأثيره على المنطقة المحيطة، **مجلة المقياس**،ع 17، المركز الجغرافي الملكي الأردني، عمان ص ص 47 -- 60

الدليمي، خلف (2005). **التضاريس الأرضية**، دار الصفا،عمان.

الرواشدة، سامر (2004). **كفاءة استخدام مياه الري في حوض وادي الكرك الأوسط.** رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

سلامة، حسن رمضان(1980). التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن"**.دراسات**، مجلد رقم 7، ع1، ص 79 – 132.

سلامة، حسن رمضان(1985). جيومورفولوجية الحافة الصدعية الشرقية لغور وادي الأردن"، **دراسات**، مجلد 12،عدد 7،ص 35 – 65.

سلامة،حسن(2004). **أصول الجيومورفولوجيا**دار المسيرة للنــشر،عمان .ص ص 166 – 185 .

سلطة وادي الأردن(2005). **تقارير غير منشورة**.عمان، الأردن.

السياب، شاكر (1980). **علم الطبقات**،المطبعة الفرنسية، S I M A باريس.

شركة البوتاس العربية(2005). **تقارير غير منشورة**.غور الصافي، الكرك

الشمالي، خالد،(2001). **الأراضي والأتربة**، الجزء الثالث، أصناف وأنواع الأتربة في العلم، دار الضياء، عمان.

الصالح، محمد عبد الله(1992). **بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف**، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض.

عابد، عبد القادر(1985). **جيولوجية البحر الميت**، مكتبة الجامعة الأردنية، عمان.

عابد،عبد القادر(1982). **جيولوجية الأردن**، مكتبة النهضة الإسلامية،عمان.

العنانزة، علي(1999). استهلاك المياه في محافظة الكرك: الحاضر والمستقبل، **مؤتة للبحوث والدراسات**، مجلد 14، عدد 8، ص 35 – 61.

عواودة، محسن (2005). **الآثار الجيومورفولوجية لعدم الاستقرار على بعض أودية البحر الميت في الأردن**، رسالة دكتوراه غير منشورة،الجامعة الأردنية،عمان.

عودة،سميح، وسلامة،حسن(1988). التغيرات الجيومورفولوجية و الارسابية لوادي المخيرص على الساحل الشرقي للبحر الميت. **دراسات** المجلد15 العدد9، ص ص7—44.

عوده، سميح(1987). خرائط دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت وخصائصها من منظور جيومورفولوجيي، **دراسات**، مجلد،14، عدد 1 ص 65 – 101.

عوده، سميح(1994). دلتا الموجب مروحية الشكل، **دراسات**، مجلد،21عدد، 1، ص 9 – 53.

غنيم، عثمان،(1987). **جيومورفولوجية دلتا وادي زرقاء ماعين**. رسالة ماجستير غير منشورة ،الجامعة الأردنية، عمان ، الأردن.

فرحان، يحيى وآخرون (1989). **دراسات في جيومورفولوجية جنوب الأردن** الجامعة الأردنية، عمان.

محسوب،محمد(2001). **جيومورفولوجية الأشكال الأرضية**،دار الفكر العربي القاهرة.

مديرية زراعة محافظة الكرك (2006). **تقارير غير منشورة**.الكرك، الأردن

المركز الجغرافي الملكي (2002). **أطلس العالم الحديث**.عمان، الأردن.

المركز الجغرافي الملكي الأردن(2006). **لخرائط الطبوغرافية لوحات :الكرك ،الربة عمان**، عمان، الأردن..

المركز الجغرافي الملكي الأردني(**2006**). **صور جوية غير ملونة، صور جوية ملونة**، قسم طباعة الصور الجوية، عمان، الأردن

الهلسة، جاكلين (1986). **حوض وادي الكرك:دراسة جيومورفولوجية**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.

الوحوش، خلدون (2005). **حفر الإذابة جنوب شرق البحر الميت**، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

وزارة المياه والري(2003). **التقرير السنوي**،عمان، الأردن

ب. المراجع الأجنبية

Abed, Abdulkader .(1985). Distribution and Geology of Gypsum Horizon in West-central Jordan. **Geology of Jordan and Adjacent Areas** p p 396 – 419

Abed,Abdulkader.(1990). The Dead Sea A recent Survey of Its Waters, **Geology of Jordan and Adjacent Areas**, Amman

Bartov ,Y, Reches ,Z, Stein ,M, Agnon ,A. (2000). Reconstruction of Lake Lisan Levels by Sequence Stratigraphy of Shore and Lacustrine Sediments at Massada**. Geol. Soc**. Isr. p. p. 18--- 25.

Bartov Y, Reches Z, Stein M, Agnon A. (2001). Morphological controls on Lake Lisan Levels**. Geol. Soc**. Isr., p. 13.

Bender,f.(1974). **Geology of Jordan**,Gerbeuder Borntage, Berline.

Burdon, D .(1959). **Handbook of the geology of Jordan to accompany and explain 3 sheets of the 1; 25000 geologic map east of the rift** .Benhom Co.

Closson.AbouKaraki,N.,klinger,Y.and,Hussein,J.(2005):Subsidence Hazards in the Dead Sea Area. **Geophsicics**.162,PP.221 – 248.

El-Esa ,Z.,Rimawi ,O,.Jarrar ,G., Abou Karaki,N.,Taqieddin S., Atallah M., Adederahman N,. AI Saed A.(1995). Assessment of the hazard of subsidence and Sinkholes in Ghor Al- Haditha area. Report Submitted to the Jordan Valley Authority, ,Ministry of Water and Irrigation, Jordan ,University of Jordan Center for Consultation**, Technical Services Study**, Amman, Jordan.

Frumkin,A,Kadan,G,Enza.,Y,Eyal.(2001). Radiocarbon chronology of the Holocene Dead Sea:Attempting a regional correlation: Radiocarbon, Israel **Journal of Earth Sciences** v. 43, no. 2C, p. 1179-1190.

Klein, C. (1982). Morphological evidence of lake level changes, western shore of the Dead Sea Israel .**Journal of Earth Sciences** 31, 67–94.

Klein, C. (1986). **Fluctuations of the Level of the Dead Sea in Israel During Historical Times**. Ph.D. thesis,Jerusalem, The Hebrew University of Jerusalem.

klinger,Y, Avouac,J. Abou Karaki,N. Porbath,L Bourlrs,D. Reyss,J.(2000). Slip rate on the Dead Sea transform fault in northern Araba (Jordan),**Geophys** ,J,vol 142,p p 755 – 768.

Lenskin .N .Dvorkin ,Y.Lyakhovsky ,V.Gertman,I.(2005). Water, Salt, and energy balances of the Dead Sea. Water Resources Research, **Geological Survey of Israel**,vol,41.

Ministry of Transport, Meteorological Department.(1971). **Climatic Atlas of Jordan,** Amman , p 11.

Neev ,D. Emery ,K.(1967). The Dead Sea depositional processes and environment. **Journal of Earth Sciences**. Israel Vol .15 p p 50 52.

Odeh, S. Salameh, H .(1996). Geomorphologic effects of lowering Dead sea levels upon Mujib Delta during 1953-1993.**Dirasat**,vol,11,no,5,p,p,157-188.

Oroud,Ibrahim.(1999). Temperature and evaporation dynamics of saline solutions**,** **journal of hydrology**, Vol, 226.p.p85—97.

Oroud,Ibrahim.(2001). Evaporation From the Dead Sea :past ,Present and Future Trends**, Abhath AL Yarmouk**, Vol, 10, No,2B, pp, 359 -- 376, Yarmouk university.

Quennell, M. (1959).**Tectonics of the Dead Sea Rift**, Assoc, Geol. Surv, p p 385—403.

Rhodes.K.(1968).**The Encyclopedia of Geomorphology**, Columbia University ,New York.

Richards .S.(1982).**Rivers**, Methuen, London.

Salameh, Hassan.(1997). Geomorphology Of The Eastern Cost Of The Dead Sea, Jordan, **Geo Journal**, Vol,41,No.3,PP.255 – 266.

Thomas,D.(1992).**Arid Zone Geomorphology**, Division of Pinter Publishers Behaven press,London.

Van,F.Geogr,M.(1979).**ItC textbook of photo–interpretation**. International institute for aerial survey and earth sciences(itc), Ensched , Netherlands.

William,G.(1985). Application of catasrophe theory in fluvial geomorphology.

G.Anderson.(1988). **Modelling Geomorphological Systems** John Willey,New York

الاسم: عواد عايد النواصره

التخصص : ماجستير جغرافيا

الجامعة : جامعة مؤتة/ كلية العلوم الاجتماعية / قسم الجغرافي

السنة: 2006

الهاتف النقال : 0795295143